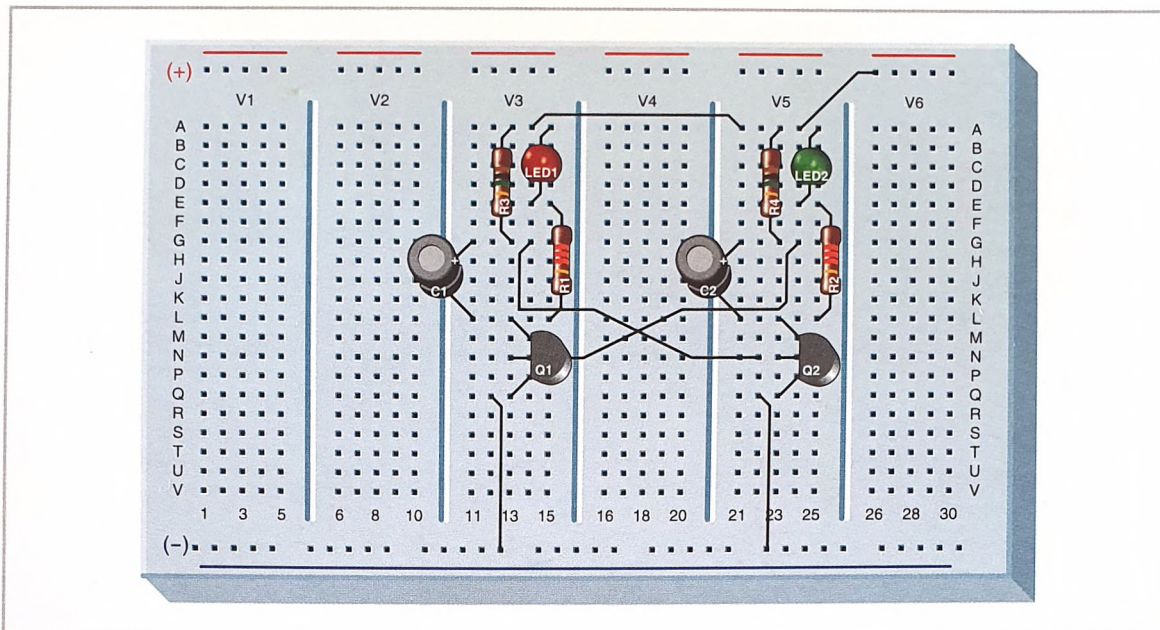
CONTROLLO
CONTROLLO
4

Luci alternate

Il circuito controlla l'accensione alternata di due diodi LED.

Questo circuito è molto classico e ha due transistor che lavorano in interdizione o in saturazione: quando uno di essi è in interdizione, l'altro è in saturazione e viceversa.

Al momento, prima di spiegare quello che sono l'interdizione e la saturazione, semplifichiamo dicendo che quando il transistor è in stato di interdizione non fa passare corrente dal collettore all'emettitore, cioè, è come un interruttore aperto. Quando è in saturazione lascia passare la massima corrente che permette la resistenza del suo collettore, ossia, possiamo paragonarlo a un interruttore chiuso. La base è quella che controlla questo interruttore, quando la tensione di base è 0,6 V o più, l'interruttore si chiude, se è minore l'interruttore si apre. Questa spiegazione, a parte essere molto semplice, è sufficiente per capire il funzionamento del circuito dell'esperimento che realizzeremo in seguito.

La velocità con cui le luci cambiano dipende dai componenti scelti

Il circuito

Supponiamo che il transistor Q1 conduce e il transistor Q2 è chiuso (LED 1 illuminato e LED 2 spento). Il condensatore C1, che è unito alla base del transistor Q2, si carica attraverso R3, e quando la tensione nel punto di contatto fra i due supera gli 0,6 V, Q2 inizia a condurre e blocca il transistor Q1, che smette di condurre. Dunque il diodo LED 2 si illumina e il diodo LED 1 si spegne. Si ripete il procedimento per C2 che si carica con R4.

L'esperimento

Montiamo il circuito sulla piastra dei prototipi componente per componente, avendo cura di orientare bene i diodi LED, il terminale più lungo è l'anodo. I transistor BC548 devono essere collocati secondo il piano, perché ogni terminale deve occupare la sua posizione. L'insieme di fori della piastra dei prototipi, indicato come V6, corrisponde all'alimentazione di 9 V, quando le pile sono al loro giusto posto e cariche. Il negativo dell'alimentazione è segnato con (-) e corrisponde a tutti i punti della fila inferiore che sono collegati fra loro. Il circuito deve funzionare perfettamente dal primo istante, altrimenti bisogna rifare il montaggio seguendo lo schema. Ricordiamoci che i cinque punti di ogni tratto orizzontale sono collegati fra loro.

Luci alternate

COMPONENTI	
R1, R2	2K2
R3	1M
R4	100K
C1, C2	2.2µF
LED1	LED verde
LED2	LED rosso
Q1, Q2	BC548

I tempi

C'è una formula che ci dà approssimativamente il tempo che rimane acceso il diodo LED che è: per il LED 1 = 0,7xR3xC1 e per il diodo LED 2 = 0,7xR4xC2.

Andiamo a vedere quale effetto si produce se adesso cambiamo il condensatore C1 di 2,2µF con uno di 22µF, che è molto più elevato: come verificheremo il diodo verde si illumina per un tempo molto più lungo del diodo rosso.

Aspetto finale del montaggio funzionante e preparato per cambiare i componenti.

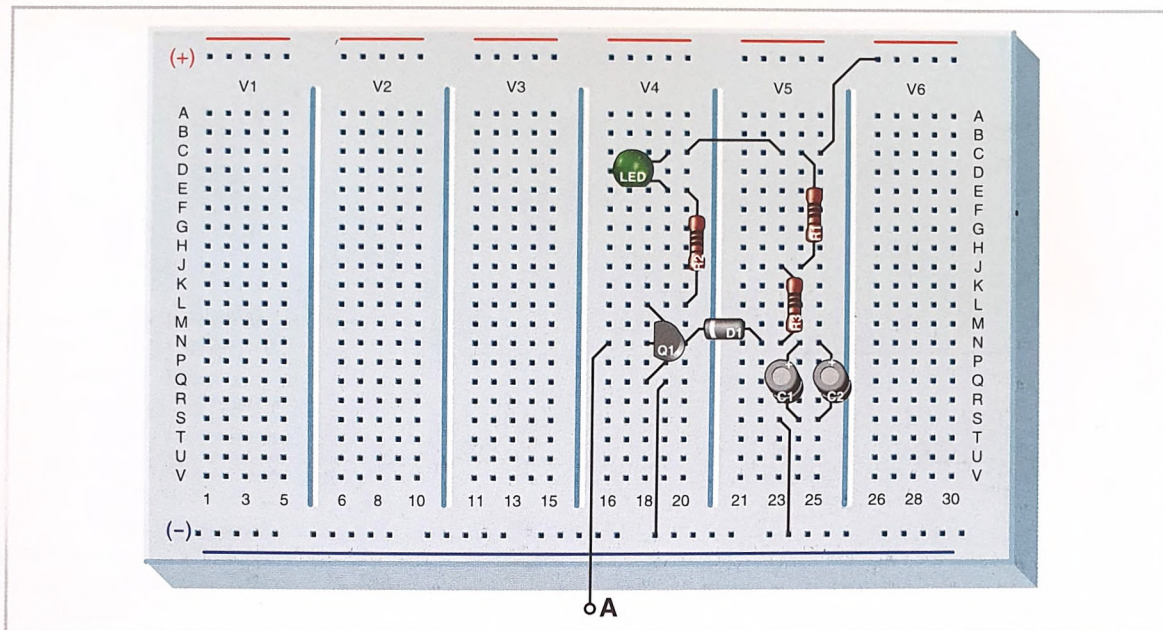
Abbassando la resistenza

Così come abbiamo visto con il condensatore, possiamo cambiare allo stesso modo con la resistenza e cambiamo, per esempio, R3=1M con una di 82K. Ora il diodo verde resta acceso molto meno tempo, cioè è più veloce o si accende e si spegne con maggior frequenza.

Eliminazione di un LED

Il circuito continua a funzionare se eliminiamo un diodo LED e lo sostituiamo con un diodo 1N4001, mantenendo la polarità, questo è, con la banda indicata nel corpo, che è il catodo, collegato alla resistenza R1. Vediamo che lampeggia solo il diodo LED 2 (rosso), ma il transistor Q1 continua a funzionare, altrimenti questo LED sarebbe spento o rimarrebbe sempre acceso. Per provare questo, toglieremo il diodo che abbiamo aggiunto e lasceremo il "circuito aperto", allora vedremo che il diodo ha smesso di lampeggiare, restando costantemente illuminato. Ma se al posto del LED, o del diodo col quale l'abbiamo sostituito, mettiamo un pezzo di cavo, cioè colleghiamo direttamente la resistenza R1 fra il collettore del transistor e V6, cioè quello di 9 V di alimentazione, il circuito torna a funzionare, circostanza che si manifesta col lampeggiare del diodo LED rosso.

Temporizzatore con transistor

Si utilizza un transistor come commutatore temporizzato.

L'esperimento consiste nel ritardare l'accensione di un diodo LED. Per questo collocheremo un condensatore in parallelo con l'unione base-emettitore, questa tarda a caricarsi e pertanto a subire la tensione fra i suoi terminali. Fino a che la tensione non arriva a 0,6 V il transistor non conduce. Quando colleghiamo l'alimentazione, il transistor, che è chiuso, passa a condurre dopo un certo tempo, che è quello che serve per la carica del condensatore.

Il circuito

Il circuito è molto semplice, basterà che la tensione sia 0,6 V più positiva di quella dell'emettitore. In questo caso la resistenza R1 è quella che ci fornisce la corrente che entra attraverso la base, la tensione del condensatore deve raggiungere 0,6 V nell'esperimento A e 1,2 V nell'esperimento B. La corrente che circola attraverso la base sarà data dalla formula: Ib = (9V-0,6V)/R1.

Questa corrente è caratterizzata dall'avere sempre valori molto piccoli, microAmpere, o di alcuni milliAmpere nel caso di transistor di piccola potenza come quello qui utilizzato.

Per verificare lo stato di conduzione del transistor si colloca un diodo LED che ci indica quando il transistor passa allo stato di conduzione. La corrente che circola per il collettore è quella di base moltiplicata per il guadagno del transistor (b), che in questo caso è di 100 circa, secondo quanto indica il fabbricante.

Il transistor NPN conduce quando ha una tensione base/emettitore superiore a 0,6 V

Temporizzazione

Tutto ciò che è stato detto nel punto precedente, cioè il funzionamento del transistor, succederà quando la tensione tra base/emettitore sarà di 0,6 V, il che non accadrà all'istante, ma man mano che il tempo passa e il condensatore si carichi a poco a poco con la corrente che passa attraverso la resistenza R1. Pertanto, finora abbiamo visto che per questa resistenza passava la corrente di base, il che è certo, però questa circola quando la corrente di carica del condensatore si va riducendo fino ad arrivare alla tensione finale di questo. Questo dispositivo, avendo un diodo (quello della base/emettitore) fra i suoi estremi, si può caricare solo fino a 0,6 V, in quel momento il condensatore comincia a caricarsi da 0V poco a poco, finché arrivando a 0,6 V attiva il transistor e mantiene la carica poiché ha

Temporizzatore con transistor

COMPONENTI	
R1	1M
R2	2K2
R3	100K
C1	22µF
C2	2.2µF
LED1	LED rosso o verde
D1	1N 4001
Q1	BC548

un diodo nei suoi estremi. Se non esistesse questo diodo, cioè se la rete R1-C1 fosse sola, il condensatore si caricherebbe fino alla tensione di alimentazione.

Aumento della capacità e della resistenza

Se montiamo il circuito (B) vediamo che abbiamo aggiunto soltanto una resistenza, R3, in serie con R1 e un condensatore, C2, in parallelo con C1. In questo modo abbiamo aumentato la resistenza e la capacità e, dunque, la temporizzazione, che è direttamente proporzionale al valore della capacità e della resistenza, cioè, quanto maggiore sia la resistenza o la capacità, maggiore sarà il tempo di temporizzazione, poiché la carica sarà più lenta.

Aumento della tensione di carica

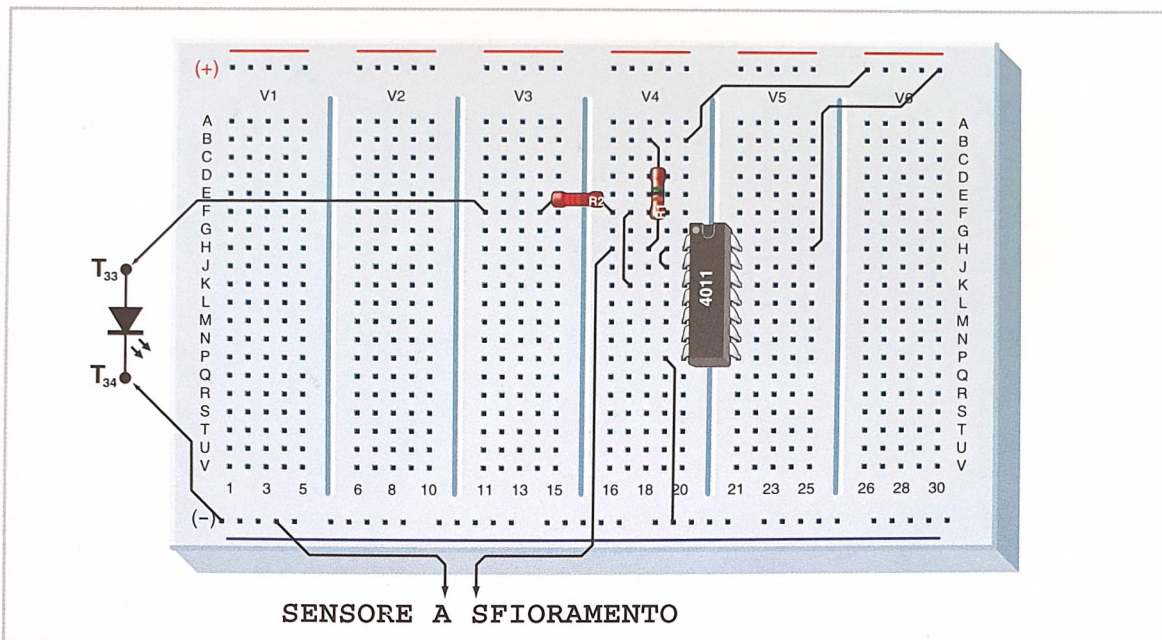
Nel montaggio (B) abbiamo un'altra modifica rispetto al montaggio (A) e cioè si aggiunge un diodo, D1, in serie con la base/emettitore del transistor, che è un altro diodo, per questo affinché conducano avremo bisogno di una tensione totale di 0,6+0,6 = 1,2 V. In questo modo il condensatore si caricherà fino a questa tensione, duplicando la precedente e perciò aumentando il tempo della temporizzazione fino a che il transistor conduca e si illumini il diodo LED.

Piastra dei prototipi per realizzare gli esperimenti di temporizzazione.

Precauzioni

In questo montaggio non possiamo cambiare la resistenza di base né quella del collettore (R2) a qualsiasi valore, dobbiamo tener presente i valori limite di potenza e intensità che il collettore può sopportare senza danneggiarsi. Come valori dobbiamo stare attenti a non oltrepassare la corrente di base intorno a 0,5 mA e la corrente del collettore di 50 mA, per tensioni di collettore/emettitore di 9 V.

Interruttore a sfioramento

Esempio di come un circuito viene attivato con il tatto e il suo sfruttamento pratico.

In questo esperimento si mostrano le possibilità di costruire pulsanti a sfioramento, sia con circuiti analogici sia digitali. Ci possono essere fornite soluzioni valide per disegnare pulsanti a scatto senza contatti metallici, per diversi circuiti di attivazione o disattivazione. Vedremo come possiamo accoppiarli ad altri circuiti, come funzioni di memoria, per realizzare circuiti di attivazione o disattivazione completi.

In entrambi i casi il circuito attiva un diodo LED che si attiva toccando con il dito i contatti, per cui l'abbiamo chiamato interruttore a sfioramento. I due contatti sono chiusi attraverso la nostra pelle con un passaggio di corrente di qualche microAmpere.

Interruttore digitale

Lo schema del circuito è l'(A). Prima di cominciare la descrizione ricorderemo che la corrente di entrata di questo tipo di porte è molto ridotta. Quando non viene azionato l'interruttore a sfioramento, in stato normale di riposo, il diodo LED è spento, poiché appena non circola corrente, la tensione all'entrata della porta è quella di alimentazione (V6) e poiché la porta è invertita, ci sarà uno "0" in uscita.

Quando tocchiamo con un dito, a causa della sua elevata impedenza d'entrata, la porta lo rileva.L'influenza data dall'umidità della pelle chiuderà il circuito, per questo metteremo l'entrata a una tensione prossima allo zero ottenendo lo stato logico "0", pertanto l'uscita passerà immediatamente a "1" e il diodo LED si illuminerà.

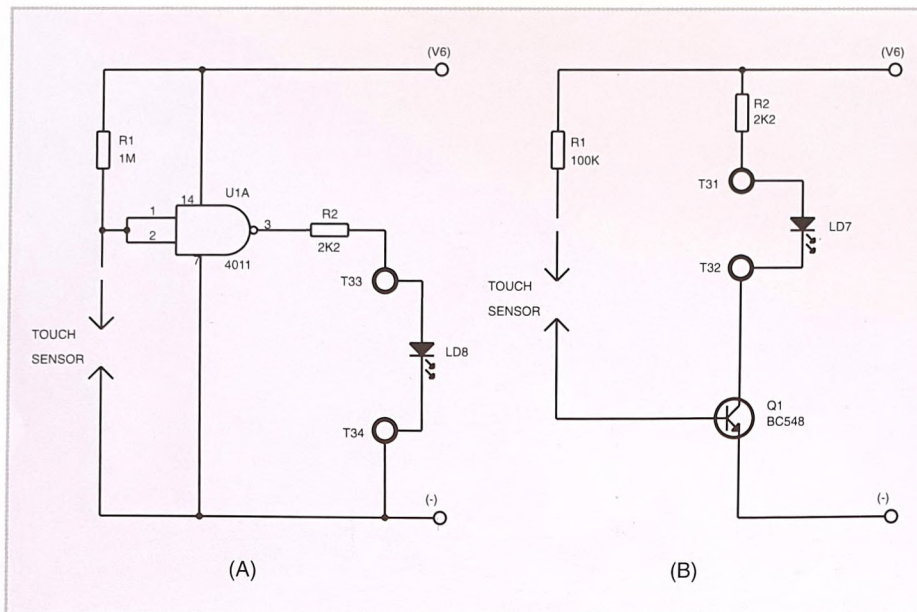
I contatti

I contatti sono di solito dei pezzi di metallo, ma per realizzare l'esperimento è sufficiente avere due cavi, con una zona sprovvista di rivestimento e disposti a distanza ravvicinata, in modo che il polpastrello possa chiuderli entrambi quando li premiamo. La connessione del diodo LED avviene ai terminali T33 (anodo) e T34 (catodo), LD8. Quest'ultimo si unirà direttamente al negativo di alimentazione della piastra di prototipi, segnato (-). Questo circuito, intercalando un'altra porta NAND collegata come invertitore, si può utilizzare con la cellula di memoria (vedere digitale) e realizzare un completo sistema di comando.

La pelle conduce l'elettricità

Interruttore con transistor

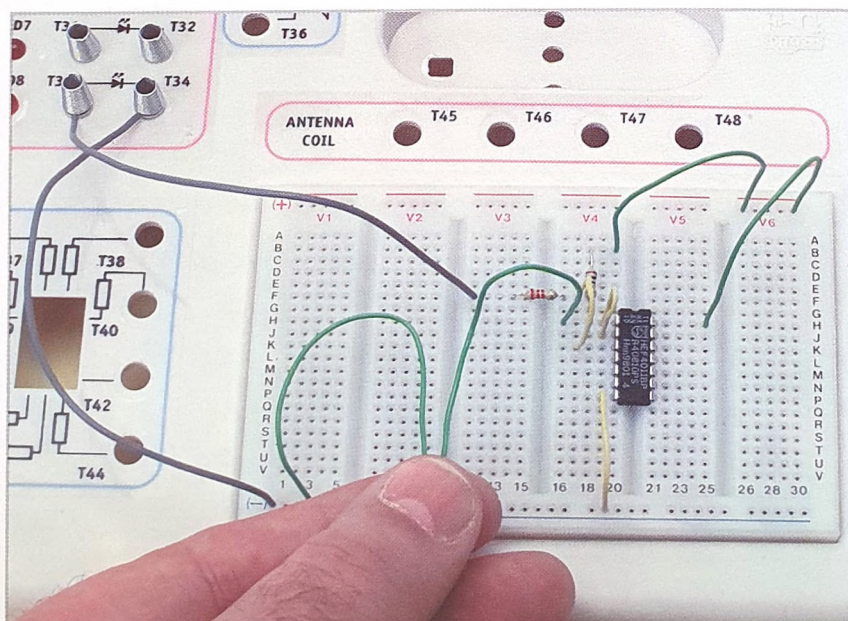
Il circuito analogico corrisponde allo schema (B). In questo caso sfruttiamo la stessa proprietà ma

Interruttore a sfioramento

COMPONENTI	
Circuito A:	Circuito B:
R1	R1
1M	100K
R2	R2
2K2	2K2
U1	Q1
4011	BC548

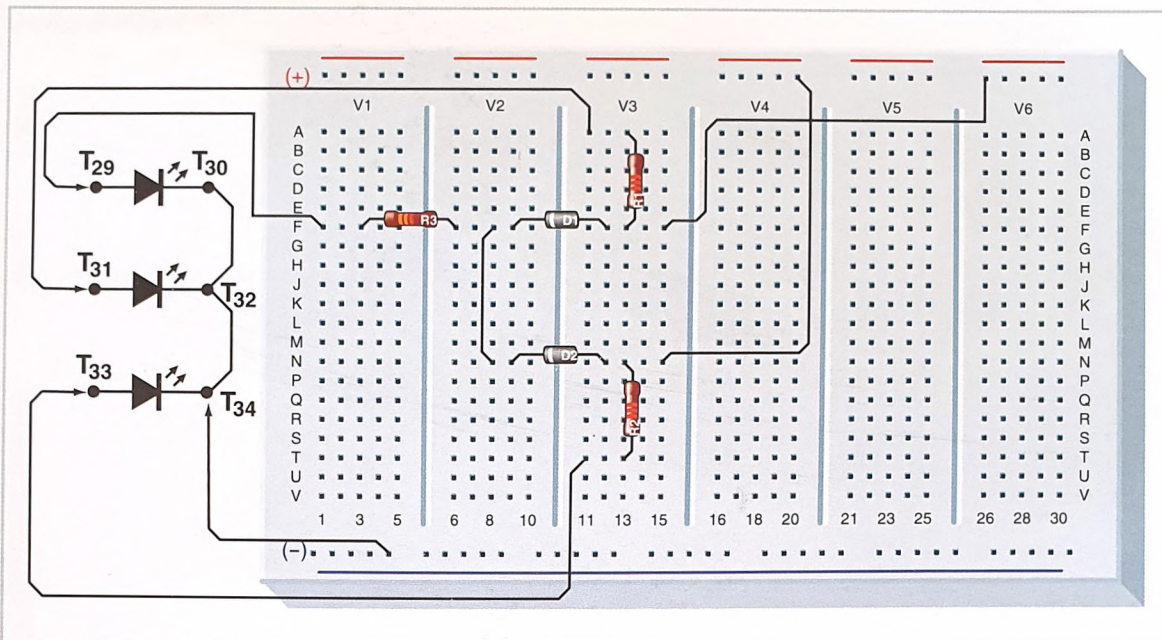
attacchiamo direttamente la base del transistor. In stato di riposo il transistor, avendo la sua base libera, è chiuso, per cui non circola corrente per il suo collettore e il diodo non si illumina.

Quando tocchiamo con il dito i due contatti, polarizziamo il transistor con una piccola corrente di base, che lo amplificherà, e si illuminerà il diodo LED intercalato nel circuito del collettore del transistor. Nel montaggio utilizziamo il diodo LED LD7 della nostra piastra di diodi di laboratorio, ma se ne potrebbe usare un altro qualsiasi.

Prove sperimentali

Poiché i nostri circuiti sono alimentati con pile, dobbiamo provvedere a ridurre il consumo al massimo, il che non deve andare in alcun modo a detrimento dell'efficienza del circuito. Detto in altro modo, è importante allungare la durata delle pile al massimo, senza che questo faccia deteriorare il circuito. Perciò dobbiamo dire che nel caso del montaggio (A), e soprattutto nel caso del montaggio (B), la resistenza R1 si può variare riducendo il suo valore, in modo che il LED brilli di più; questo non produce un miglioramento nel circuito, ma implica un maggior consumo e pertanto la riduzione della vita utile delle pile. Perciò raccomandiamo il contrario, cioè provare con valori di R2 maggiori, incluso R1, collocando, se serve, varie resistenze in serie.

Interruttore a sfioramento costruito con una porta NAND.

Alimentazione ininterrotta

Questo circuito permette di mantenere l'alimentazione mentre si cambiano le batterie.

Il circuito di base è formato da due diodi: D1 e D2. Fra l'anodo di uno di essi e (-) si posiziona una fonte di alimentazione o batteria, e si procede in uguale modo con l'altro diodo. L'apparecchio che vogliamo alimentare si collega fra il punto di unione di entrambi i diodi e (-).

La commutazione

La commutazione fra una e l'altra fonte è automatica, ciononostante bisogna tenere conto che per fare sì che circoli corrente per un diodo, bisogna superare la sua tensione di soglia di conduzione. Se entrambe le fonti di alimentazione hanno la stessa tensione, la corrente fornita da ognuna di esse è uguale a quella fornita dall'altra.

Tuttavia se la tensione di una supera quella dell'altra, sarà quella di tensione maggiore che alimenterà tutto il carico. Nel nostro esperimento il carico si rappresenta con il diodo LED 6 e la sua corrispondente resistenza di polarizzazione. Se una delle due fonti manca, o semplicemente si sconnette, l'altra fornirà tutta la corrente che può assorbire il carico.

Esperimento 1

Il circuito che proponiamo di montare nel laboratorio utilizza tre diodi LED per mostrare il suo funzionamento, benché non siano necessari per il funzionamento dello stesso. Il diodo LED 7 si illuminerà solo quando ci sia una tensione applicata all'anodo del diodo D1. Allo stesso modo il diodo LED 8 si accende unicamente quando si applica tensione all'anodo del diodo D2.

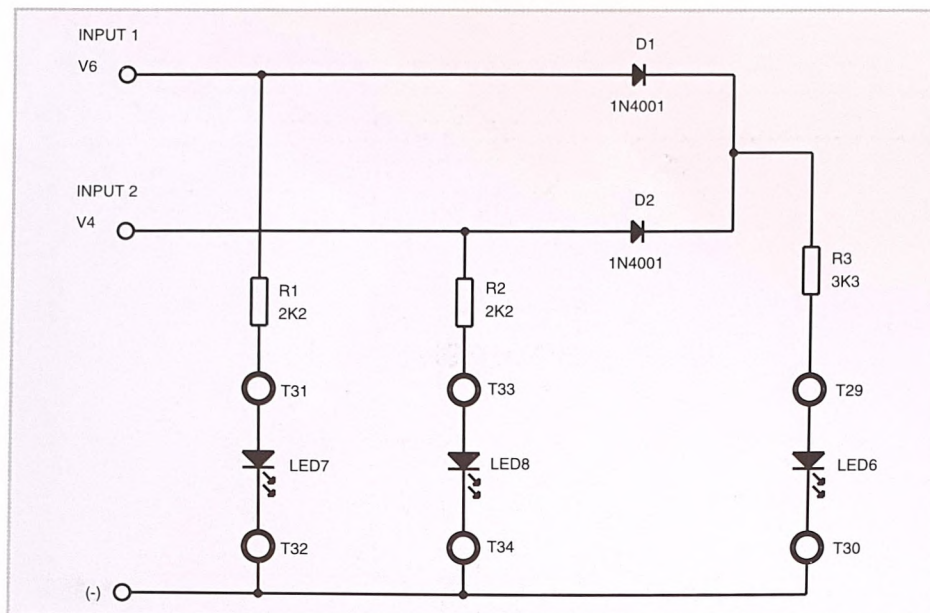
Ciononostante il diodo LED 6 brilla quando si applica tensione all'anodo di D1, di D2 o a entrambi simultaneamente.

Questo si può provare facendo il collegamento a V6, col quale si spegnerà il diodo LED 7, tuttavia se torneremo a collegare a V6 si illumineranno tutti i LED. Se ripetiamo l'operazione scollegando V4, vedremo che il LED 8 si spegne, mentre il LED 6 è sempre illuminato.

Alimentazione ininterrotta

Supponiamo che invece del diodo LED 6 e la sua resistenza sia collegato un apparecchio che non può spegnersi. Un modo molto semplice per mantenere l'alimentazione senza interromperla è collegare una fonte di alimentazione fra l'anodo di D1 e (-), per alimentare questo apparecchio. Se manca la fonte, per esempio come conseguenza di un guasto della rete, l'apparecchio cessa di essere alimentato, ma se fra l'anodo dell'altro diodo e (-) colleghiamo

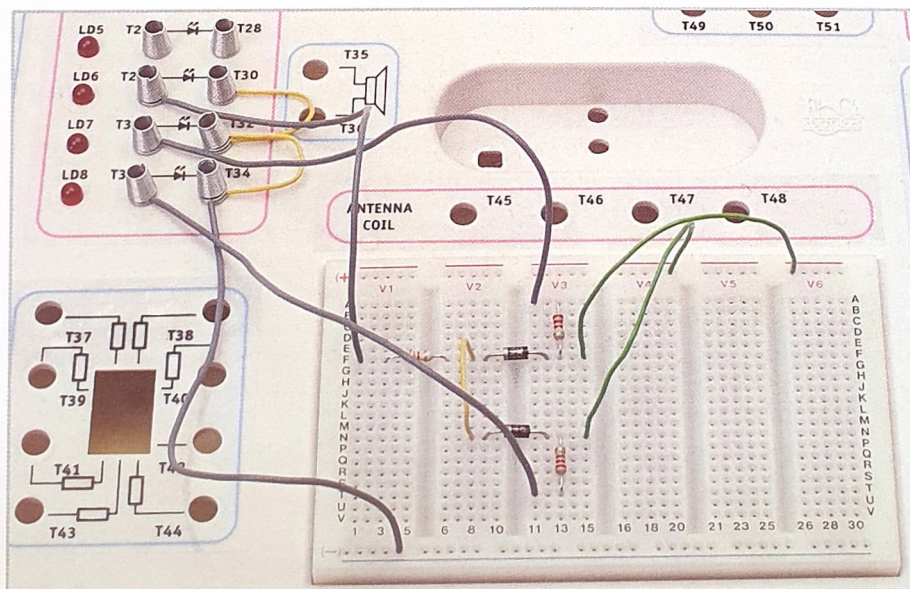
Due diodi con i catodi uniti

Alimentazione ininterrotta

COMPONENTI	
R1, R2	2K2
R3	3K3
D1, D2	1N4001
LED6, LED7, LED8	

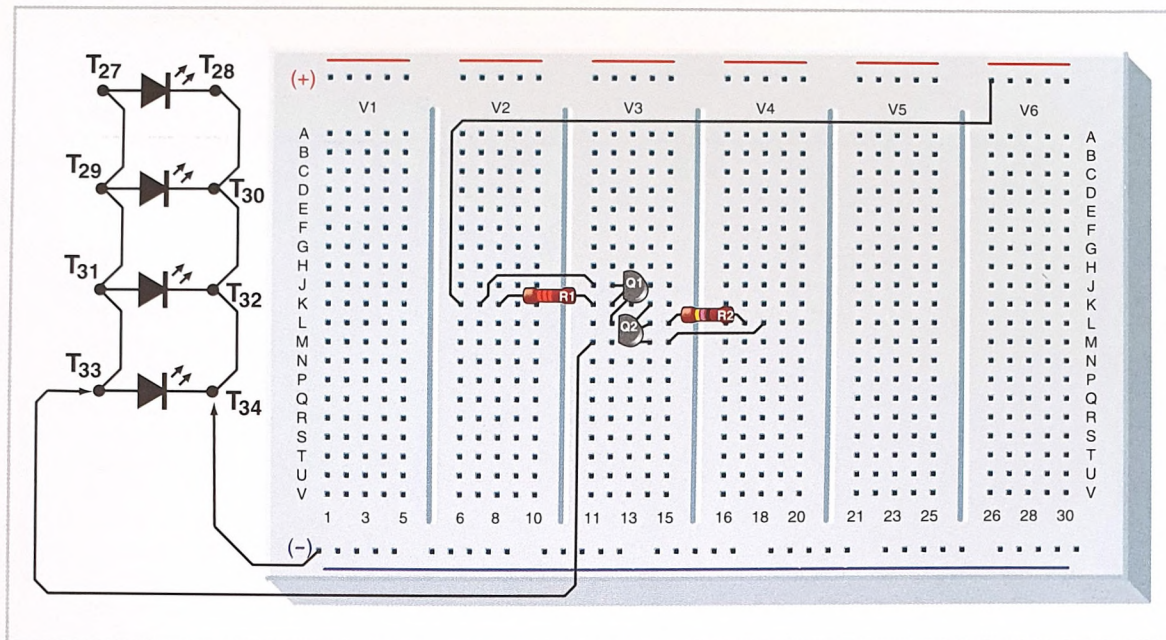
una pila o batteria, possiamo togliere la fonte di alimentazione, anche spegnerla, per realizzare lavori di mantenimento nella stessa.

Senza dubbio bisogna tenere conto che perché la batteria non si scarichi, la tensione della fonte di alimentazione deve essere approssimativamente 1V superiore a quella della batteria, affinché la tensione nel catodo del diodo sia superiore a quella dell'anodo e pertanto la batteria non fornisca la corrente quando la fonte di alimentazione funzioni correttamente.

La corrente

Questo circuito, benché molto semplice, è molto utile; inoltre, il modello di diodo utilizzato permette una circolazione di corrente fino a 1A. Un esempio di utilizzo sono le radiosveglie alimentate a rete, che devono avere un'alimentazione ausiliare per evitare che si cancelli la programmazione quando ci sono guasti nella rete. Questo circuito si può usare solo in continuo ed esige aprire l'apparecchio per trovare l'uscita della fonte di alimentazione interna e collegare in questo punto i due diodi. Si deve poi cercare la pila della tensione adatta.

Circuito di alimentazione ininterrotta basato su due diodi.

Limitatore di corrente

Il circuito limita la corrente massima che fornisce.

Il circuito è disegnato come protettore di circuiti. Qualsiasi circuito, allo stato normale, ha un consumo più o meno fisso e solo un cattivo funzionamento dello stesso può fare sì che il consumo aumenti. Per evitare ciò e prevenire pertanto la distruzione dei nostri circuiti, abbiamo disegnato un circuito nel quale possiamo regolare la corrente massima che può consumare il circuito alimentato.

La corrente limite dipende dal valore di una resistenza

Se per qualche motivo superiamo questo valore, la corrente smette di aumentare nel momento in cui il transistor Q1 si chiude. Le applicazioni più generali possono essere per proteggere fonti di alimentazione e per circuiti prototipi con i quali si sta sperimentando, in questo modo evitiamo forti correnti; possiamo anche utilizzarlo per polarizzare uno o vari diodi LED, quando la tensione di alimentazione varia molto di livello.

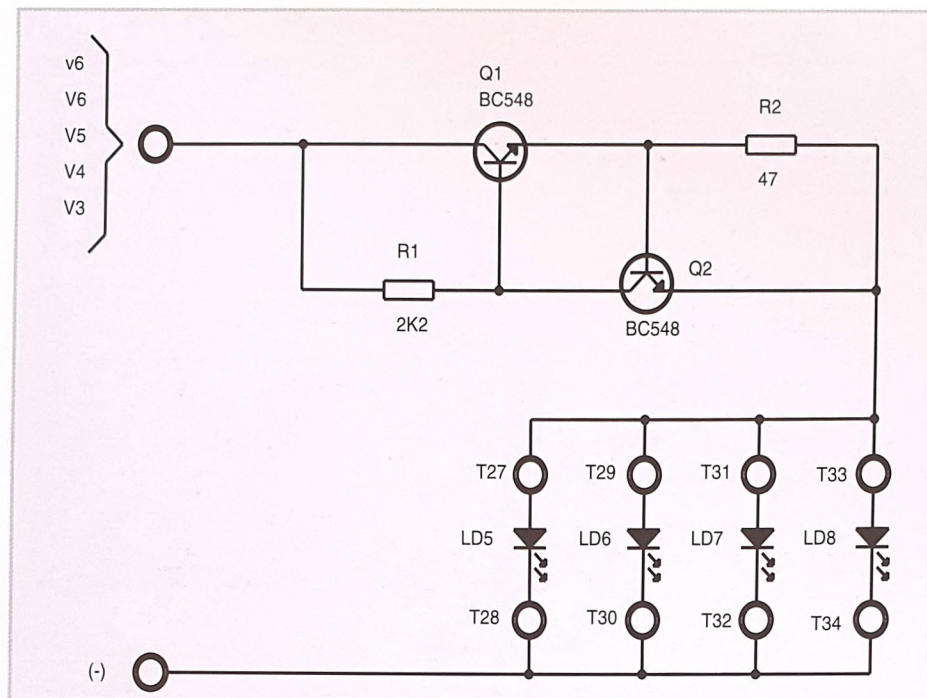
Funzionamento del circuito

Il circuito ha un transistor Q1 che conduce quando ha la base polarizzata con la resistenza R1; d'altra parte tutta la corrente che circola all'uscita, cioè che il circuito collegato assorbe, passa attraverso R2, che ha la vera funzione di limitare.

Collegando il transistor Q2 vediamo che, finché in R2 non cadono 0,6 V, il transistor sarà chiuso, pertanto è come se non fosse collegato. Nel momento in cui aumenta il consumo del circuito collegato al nostro montaggio e cadono 0,6 V in R2, il transistor Q2 si polarizza, perciò la sua corrente di collettore va a fare parte della base di Q1 e questo condurrà meno, cadendo abbastanza la tensione tra il suo collettore-emettitore e abbassando così la tensione di uscita considerevolmente. Così Q1 è quasi un interruttore attivato o disattivato in modo automatico e comandato direttamente dalla corrente che rileva Q2.

Limitazione di corrente

Basta applicare la legge di Ohm per comprendere il funzionamento del circuito e calcolare il valore della resistenza R2, sapendo che fra i suoi estremi devono cadere 0,6 V e la corrente che vogliamo limitare. In questo modo nel montaggio abbiamo una resistenza di 47 Ω, per la quale, secondo quanto detto, la corrente che limiteremmo sarebbe di 12,7 mA, che si ottiene dividendo direttamente 0,6/47 Ω. In realtà è molto maggiore, forse gli 0,6 V non sono esatti, inoltre la resistenza ha la sua tolleranza.

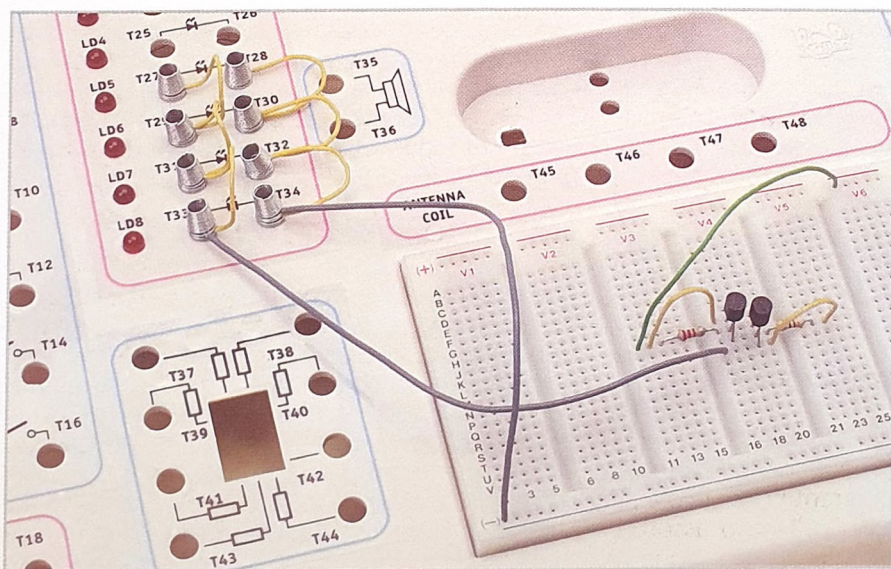
Limitatore di corrente

COMPONENTI	
R1	2K2
R2	47Ω
Q1,Q2	BC548
LED5, LED6	
LED7, LED8	

Il montaggio

Nel circuito i diodi LED si illuminano finché lo stesso abbia una resistenza limitatrice, cioè, l'effetto di avere collocato quattro diodi in parallelo non è altro che dividere la corrente totale in quattro e percepire meglio le variazioni della limitazione di corrente. I diodi si illuminano anche cambiando la tensione di alimentazione a 3, 4,5, 6, 7,5 o 9 V. Se si fosse utilizzata una resistenza limitatrice si noterebbe una grande diminuzione dell'intensità di illuminazione del LED, quando si abbassa della tensione di alimentazione.

Caricatore

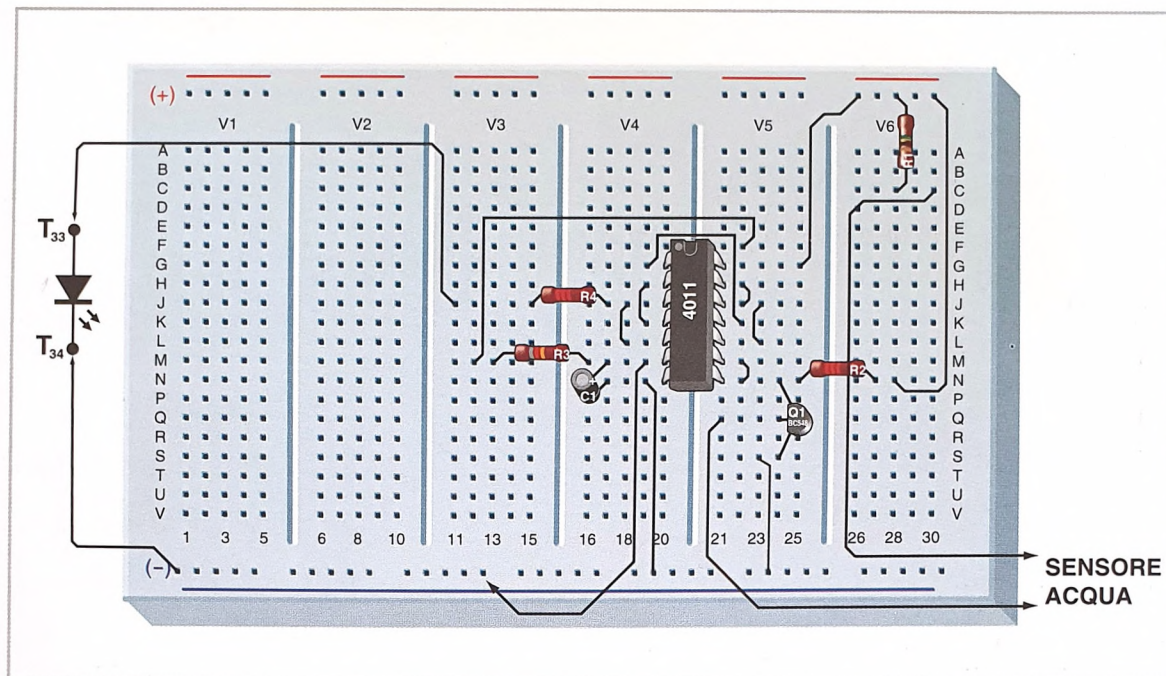
Questo circuito si può usare per ricaricare batterie a corrente costante.

Basta togliere i diodi LED e collegare la batteria, il positivo alla resistenza R2 e il negativo a (-).

Con questo circuito si limita la corrente che circola in un altro circuito.

Si possono collegare varie pile in serie, per esempio quattro. Data la ridotta corrente, questo circuito è utile solo per caricare piccole batterie della dimensione AA, o R6 come massimo.

Le batterie non dovranno mai essere collegate in parallelo, benché se ne possano caricare più di una, fino a quattro, ma andranno collegate in serie senza modificare il circuito di carica.

Rivelatore di perdita d'acqua

Basandosi sulla sua debole conduttività, rileva la presenza di acqua.

A tutti noi sarà capitato qualche volta che sia uscita l'acqua dalla lavatrice, dal frigorifero o da qualche tubo, con conseguenze disastrose, con costi e fastidi abbastanza elevati. Questo circuito ci darà un'idea del principio con cui funziona il rivelatore di perdita d'acqua; inoltre, ci avvertirà visualmente della sua presenza.

Ricerca dell'acqua

Conosciamo tutti le proprietà conduttrici dell'acqua, le proprietà cioè, con cui l'acqua conduce l'elettricità. La sua conduttività dipende dal numero dei sali in essa disciolti, anche se in una proporzione piccolissima. Per questo motivo, molte volte abbiamo sentito dire di fare molta attenzione quando dobbiamo toccare delle apparecchiature con le mani bagnate: infatti, se ci fosse dell'acqua tra qualcuno dei contatti della presa e la nostra mano, riceveremmo sicuramente una pericolosa scarica. Comunque, non è questo il caso, dato che lavoreremo con una tensione continua ridottissima, in modo da evitare la possibile elettrolisi che potrebbe prodursi mentre questa corrente circola. Se, tuttavia, lasciassimo per un lungo periodo di tempo, le estremità spelate dei cavi in acqua, vedremmo che esse hanno perduto il loro colore stagno per prenderne uno ruggine, a causa della perdita della ricopertura del rame stagnato. In questo modo, e con un transistor che lavora in interdizione e in saturazione, in modo da ottenere valori logici nel suo collettore, in interdizione '1' e in saturazione '0', avremo il sensore che avverte la presenza dell'acqua. Se non c'è acqua, il transistor avrà la base aperta e sarà, quindi, interdetto. Se i due cavi con le estremità spelate, che utilizziamo per la ricerca e che verranno collocati a una distanza approssimativa di 1 cm, hanno acqua tra di loro, il circuito si chiuderà e il transistor passerà allo stato di saturazione.

Segnale luminoso di presenza dell'acqua

Attivazione dell'allarme

Il circuito sensore si combina con la cellula della memoria dell'esperimento DIGITALE 7 di cui ne ricorderemo rapidamente il funzionamento. Abbiamo due entrate, una nel terminale '1' della porta U1A, che quando è a livello basso attiva l'uscita di questa porta e la mantiene, attivando il diodo LED collegato a essa. Ciò avviene quando il circuito avverte acqua, e po-

Rivelatore di perdita d'acqua

COMPONENTI	
R1	1M
R3,R4	2K2
R3	82K
C1	2,2 µF
Q1	BC548
U1	4011

ne uno '0' all'entrata della porta invertente formata con la U1C saturando il transistor Q1. Potremmo utilizzare questo livello, ma è molto meglio realizzare due inversioni, posto che ci siano due porte disponibili, e adattare così maggiormente i livelli che ci provengono dal collettore del transistor. Una volta rilevata la presenza dell'acqua, il LED non si spegne perché si memorizza la situazione.

Cancellato

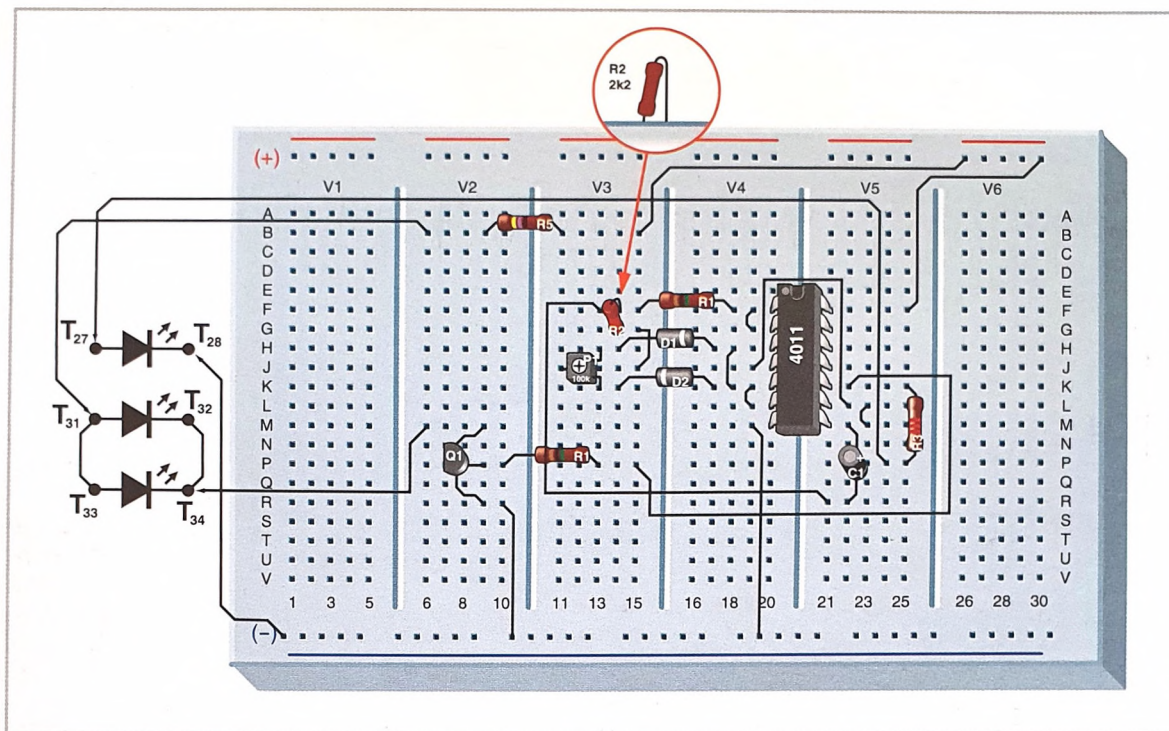
Per spegnere il LED dopo aver verificato lo stato di allarme, si deve scaricare il condensatore C1, collegando il cavo segnato come RESET al negativo dell'alimentazione, cioè a (-), e collegando il terminale 6 di U1B a massa. Il circuito è progettato affinché nel momento in cui si collega l'alimentazione, il diodo LED rimanga spento, introducendo automaticamente uno '0' nel terminale 6 di U1B; tutto ciò viene riconosciuto come RESET dell'alimentazione e si ottiene con R3 e C1.

Collocamento dei cavi per ricercare la presenza di acqua.

Esperimento

Il progetto è stato realizzato tenendo conto, da un lato del consumo che dobbiamo ridurre al massimo e, dall'altro, dell'elettrolisi. Perciò, la resistenza R1 deve avere un valore così alto. Dobbiamo tener conto, inoltre, del fatto che questo circuito potrà essere ampliato in poco tempo con un indicatore acustico, in modo da ottenere un allarme completo con avviso sia visivo che acustico.

Allarme ad alta luminosità

Questo indicatore rende possibile applicare maggior corrente a un LED rispetto a quella erogata da una porta logica.

Se possiedi un'automobile, oppure ti è capitato di viaggiare di notte, avrai sicuramente visto delle luci lampeggianti che indicano le zone pericolose della strada oppure i lavori in corso; in definitiva esse servono a richiamare l'attenzione e a far adottare le conseguenti precauzioni. Di notte lo si fa mediante dei lampeggianti molto vistosi e visibili a grande distanza. La medesima funzione la compie anche il nostro circuito: a determinati intervalli di tempo produce un lampeggiamento molto intenso; non necessita di una corrente elevata perché, oltre ad aumentarne il consumo, potrebbe danneggiare i LED.

Funzionamento

Il circuito utilizza un transistor che lavora in saturazione e nel cui collettore abbiamo collocato i diodi LED LD7 e LD8: saranno loro a produrre il lampeggiamento. Applicando alla base un impulso, la corrente circolante attraverso il collettore può arrivare ai 50 mA, cosicché faremo passare per ciascuno dei due diodi LED 25 mA. La corrente utilizzata potrebbe sembrare esagerata, ma dobbiamo pensare che si tratta di un impulso brevissimo e che, quindi, non influisce sulla durata dei diodi.

Un lampeggiamento breve consente un risparmio di batteria

Sarebbe diverso se applicassimo costantemente alla base del transistor una tensione: in questo caso la corrente circolerebbe permanentemente attraverso i diodi e in breve tempo li danneggerebbe.

Segnale di entrata

Come segnale di entrata che risponda a queste caratteristiche, utilizzeremo il circuito dell'oscillatore astabile a ciclo variabile, TECNICHE 10, che ci consente, inoltre, una certa flessibilità nella regolazione della durata dell'impulso da applicare al nostro circuito. Tenendo conto che l'ampiezza dell'impulso ad alto livello dipende direttamente dalla resistenza di fronte al diodo D1 e dalla resistenza R1, inizieremo ponendo il potenziometro con il cursore girato al massimo in senso antiorario, di modo che la sua resistenza sia a '0' e partendo dal valore più

Allarme ad alta luminosità

COMPONENTI	
R1	1M
R2,R3	2K2
R4	18K
R5	47Ω
P1	100K
D1,D2	1N4001
C1	22µF
U1	4011
Q1	BC548
LED5, LED7, LED8	

basso dell'ampiezza dell'impulso, che ci è dato soltanto da R1. Se non dovesse piacerci il lampeggiamento ottenuto, possiamo girare il potenziometro in senso orario: aumenterà la durata dell'impulso, grazie al quale il diodo LED applicato al circuito, si accenderà.

Dobbiamo tener conto anche del consumo del circuito, che è elevatissimo; non dobbiamo, quindi, introdurre impulsi di grande ampiezza, in modo da ridurre i consumi per preservare la durata delle pile.

Avviamento

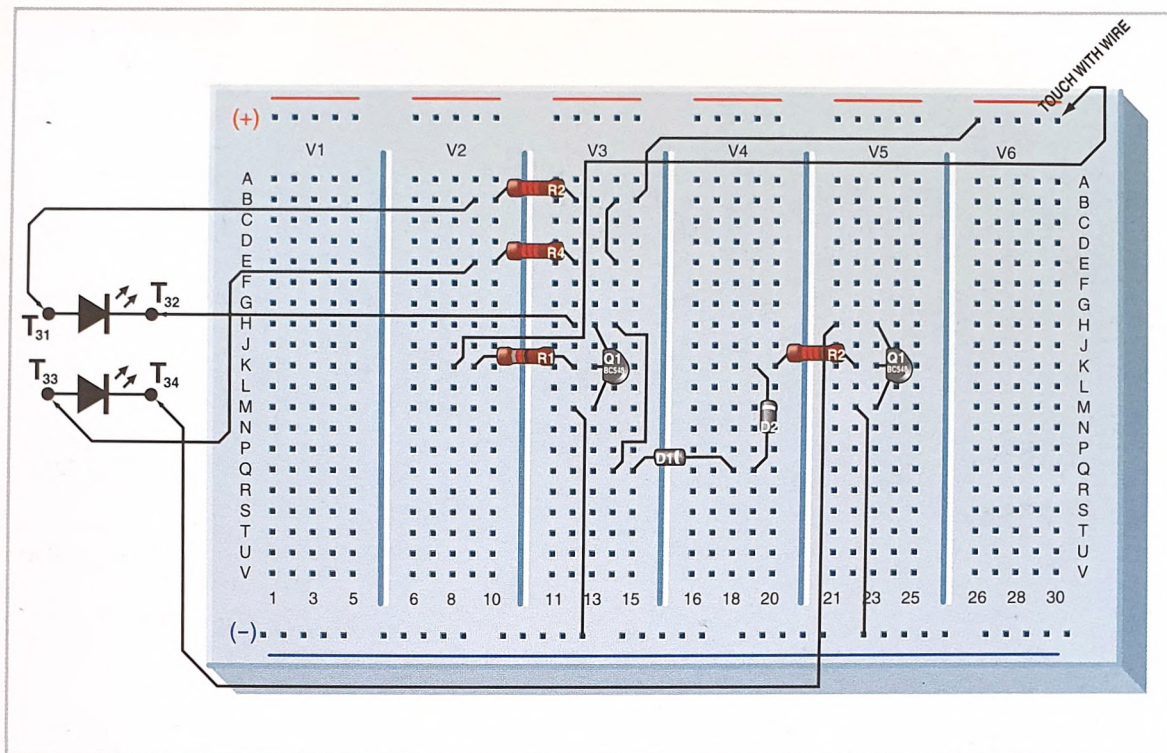
Dopo aver montato tutti i componenti sulla piastra dei prototipi, basterà collegarli come indicato nello schema: il circuito inizierà a funzionare quando lo collegheremo all'alimentazione. Il segnale di uscita dell'oscillatore è quello visualizzato direttamente sul diodo LED. Come al solito, non dovremo dimenticare di collegare l'alimentazione del circuito integrato.

Dato che i diodi sono stati montati in parallelo, a ciascuno di essi viene distribuita la metà della corrente del collettore.

Sperimentazione

Come prova, possiamo aggiungere in parallelo ulteriori diodi, sostituendo la resistenza R4 con una da 3K3 montata in serie con una da 2K2: in questo modo verificheremo che, se montassimo il circuito su una piastra, potremmo fare con i diodi una piccola croce e ottenere un punto abbastanza visibile.

LED on - LED off

Il montaggio, per mezzo di due diversi diodi, ci indica i vari stati di un'uscita.

Il circuito è di grande utilità quando vogliamo indicare un cambiamento di stato, che può essere quello di un'uscita intermedia o quello dell'uscita finale, informandoci se si è prodotto il cambiamento che volevamo controllare.

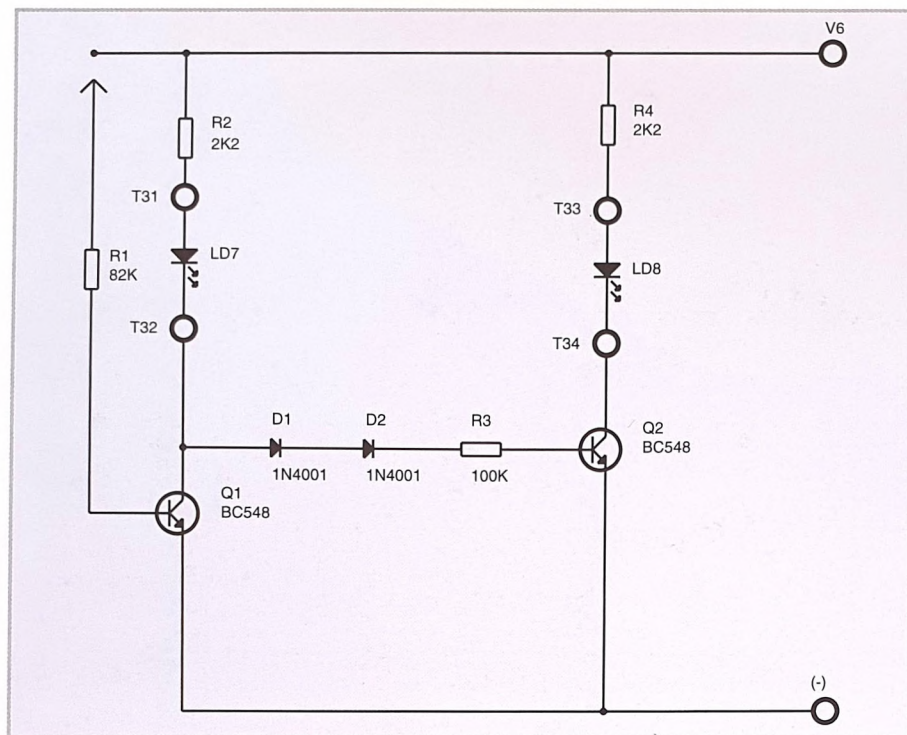
Senza che il circuito venga collegato al positivo, la base del transistor ha un valore che corrisponde circa a quello di massa (-). Avremo, allora, un diodo LED attivato e un altro disattivato; se collegassimo la base al positivo dell'alimentazione V6, i LED si illuminerebbero al contrario.

Possiamo utilizzare il circuito quando non vogliamo caricare troppo l'uscita che intendiamo visualizzare che, cioè, non ci dà corrente sufficiente ad alimentare un diodo LED. A tale scopo utilizzeremo questo circuito, che consuma poca corrente, come del resto il transistor, ma che la amplifica e che ci dà nel collettore il risultato voluto, dal momento che vi si può collocare un diodo LED.

L'esperimento

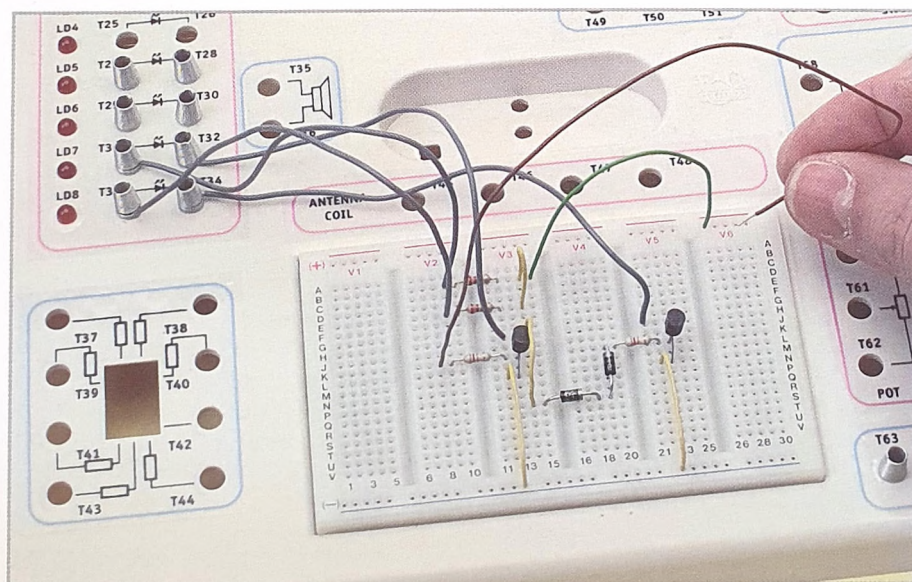
Analizziamo il circuito nei due possibili eventuali stati. Da una parte abbiamo la base di Q1 aperta. In questa situazione la corrente non circola attraverso la base del transistor Q1 e quindi il circuito sarà direttamente interdetto. In questo stato, l'impedenza collettore/emettitore è grandissima; la corrente non circola attraverso Q1 e il LED 7 non si illumina, perché attraverso la resistenza R3 non circola corrente sufficiente per permettere al LED di illuminarsi, anche se ne circolerà abbastanza perché la base del transistor Q2 si polarizzi. Di conseguenza, quest'ultimo transistor condurrà e avremo una corrente del collettore sufficiente a illuminare il diodo LED LD8. Se, adesso, colleghiamo a V6 il cavo della base di Q1, il transistor passa direttamente a condurre, il diodo LED 8 si illumina e rimane con una tensione del collettore/emettitore piccolissima, è quasi in saturazione. Se abbiamo poca tensione nel collettore di Q1, il transistor Q2 non può polarizzarsi e il diodo LED 8 si spegne. In molti casi può succedere anche che il transistor non si saturi del tutto, e quindi abbiamo collocato due diodi in serie, di modo che Q2 necessiti di

Un LED si accende, mentre l'altro si spegne

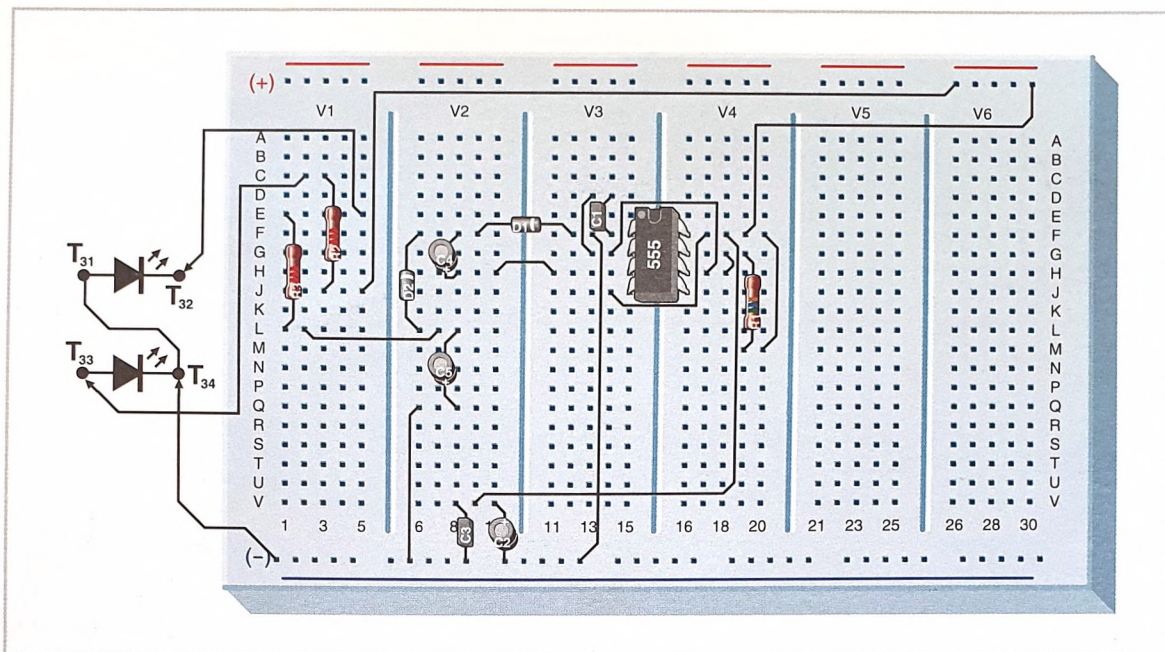
LED on - LED off

COMPONENTI	
R1	82K
R2,R4	2K2
R3	100K
Q1,Q2	BC548
D1,D2	1N4001
LED7,LED8	

una tensione di 1,8 V (0,6 di ogni diodo e altri 0,6 della base/emettitore) che rappresenta il minimo per polarizzarsi e poter condurre, per cui il diodo LED, LD8 in questo caso, rimarrà spento.

Sperimentazione

I diodi D1 e D2 assicurano che il transistor Q2 non conduca mentre il transistor Q1 si trova in saturazione. Verifichiamo ora questo stato. A tale scopo toglieremo i due diodi, sostituendoli con un cavo, e vedremo che se lasciassimo la base di Q1 aperta, il diodo LD7 si illuminerebbe pochissimo perché tra il collettore/emettitore non c'è una buona saturazione e la corrente della base di Q2 è appena sufficiente a che si illumini. La stessa cosa si verificherà se abbasseremo la resistenza R3 a 18K, per esempio.

I diodi D1 e D2 evitano che il LED8 si illumini, se la tensione applicata alla base di Q1 non è sufficiente alla saturazione.

Invertitore

Con questo circuito, a partire da una tensione positiva ne otteniamo una negativa.

Avremo spesso bisogno di alimentare un circuito con tensione sia negativa che positiva e, quindi, dovremo disporre di un'alimentazione simmetrica, il che implica di conseguenza un incremento del costo e un aumento dello spazio; il quale, a volte, può creare problemi. Se l'assorbimento della nostra applicazione non è elevatissimo, potremo porre rimedio a questa necessità con il seguente circuito di basso costo in cui, a partire da una tensione di alimentazione di 9 Volt, che potrebbe essere quella di una sola pila, otterremo una tensione negativa, più negativa del valore zero della pila.

Il montaggio

Nel circuito che possiamo vedere nello schema elettrico, abbiamo come entrata la tensione d'alimentazione da 9 Volt. Per poter stabilire un riferimento visivo della polarità, collochiamo il diodo LED LD8 all'uscita, con l'anodo collegato al positivo mediante una resistenza da 2K2, e il catodo collegato direttamente al negativo (-). Per produrre la tensione negativa abbiamo due circuiti collegati tra di loro ma, chiaramente, differenti. Da un lato abbiamo un oscillatore astabile modificato e, dall'altro, un circuito duplicatore di tensione che è anche invertitore. Gli impulsi d'uscita dell'oscillatore astabile (terminale 3) hanno una tensione media abbastanza piccola e quindi vengono applicati al circuito duplicatore, il quale essendo un invertitore, all'uscita fornisce una tensione più negativa di quella dello stesso terminale negativo dell'alimentazione (-). A questa uscita abbiamo collocato un altro diodo LED, LD7, con l'anodo e il catodo collegati all'uscita negativa out-put (che è più negativa), per polarizzare così correttamente il LED.

Utilizza un circuito duplicatore invertitore

L'oscillatore astabile

Il montaggio realizzato con il 555 è un oscillatore astabile un po' particolare, dato che i terminali 2, 6 e 7 sono uniti tra loro. Ad ogni modo, l'uscita nel suo terminale 3 è un segnale con degli 'uno' e degli 'zero'. Se ci concentriamo sul circuito e applichiamo direttamente le equazioni che abbiamo appreso in questo montaggio, vedremo che, durante il periodo di tempo in cui l'uscita è '0', la resistenza non esiste, per cui questo periodo di tempo avrà un valore piccolissimo. Tutto ciò si spiega perché in questo modo otteniamo che il valore continuo del segnale sia il più alto possibile.

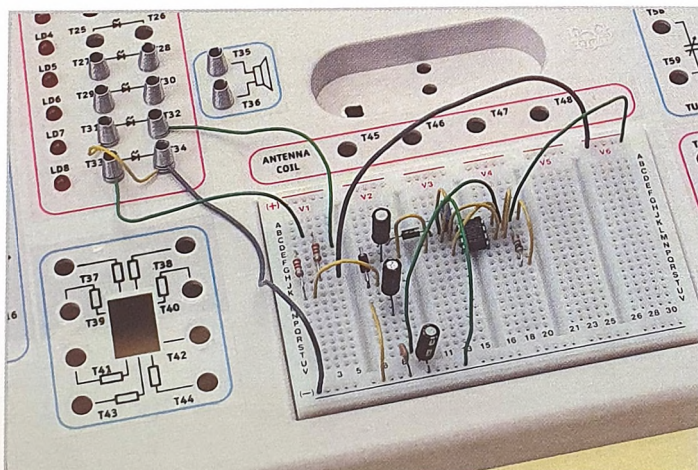
Invertitore

COMPONENTI	
R1	560 Ω
R2,R3	2K2
C1	100 nF
C2	2,2 µF
C3	2,2 nF
C4	10 µF
C5	22 µF
D1, D2	1N4001
U1	555
LD7, LD8	

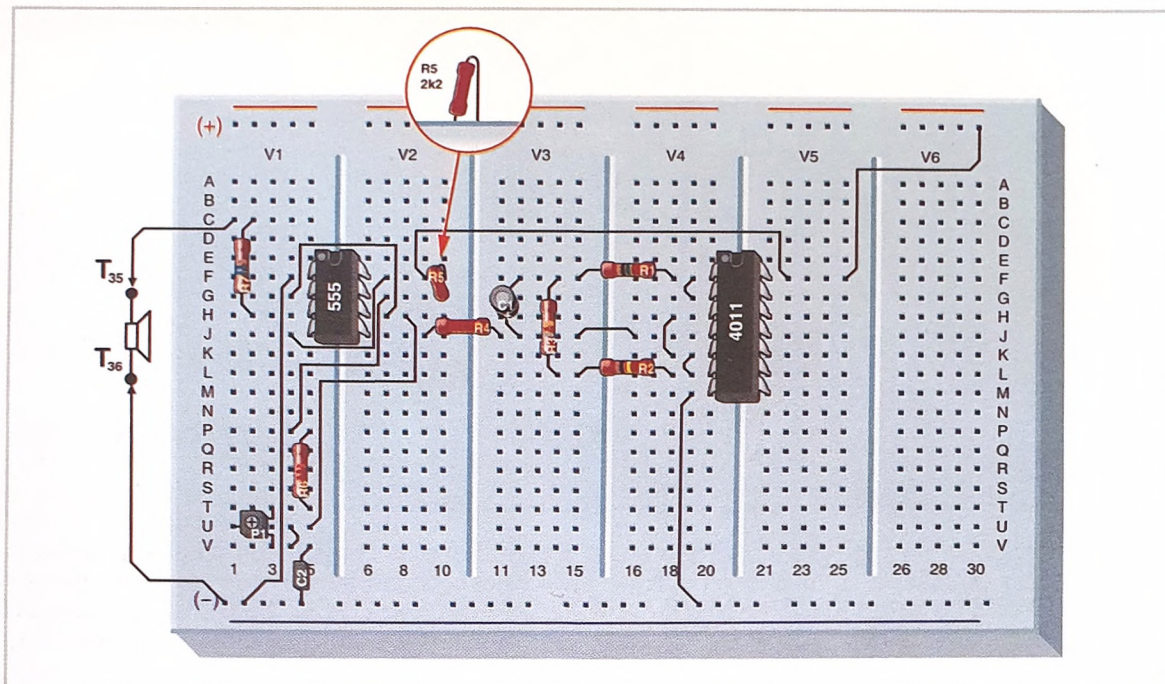
Duplicatore invertitore

Il circuito duplicatore, formato dai diodi D1, D2 e dai condensatori C4 e C5, come dice il nome, raddoppia, oltre a invertirne la polarità, la tensione che possiede alla propria entrata. Per funzionare correttamente ha bisogno di una tensione d'entrata che permetta il trasferimento del carico dal primo condensatore al secondo. La tensione è quella erogata dall'astabile. Il circuito ci fornisce una tensione d'uscita intorno a –6 Volt tra i terminali negativo output e (-). Funziona correttamente per consumi da 5 a 10 mA, per il motivo che la corrente che può fornirci è abbastanza bassa.

Esperimento

La corrente di uscita che ci erogherà il circuito è quella proveniente dalla carica posseduta dal condensatore C5 prelevata dal condensatore C4. La tensione di uscita dipenderà direttamente dalla suddetta corrente: se il consumo è maggiore, la carica si consuma più rapidamente e la tensione cade. Per verificarlo, possiamo collocare il condensatore C2 al posto di C5; in questo modo, e con il diodo LED LD7 all'uscita, verificheremo che la luminosità è minore se il condensatore ha immagazzinato, al proprio interno, una carica minore. Collocando due o tre diodi in parallelo, si potrebbe anche provocare un aumento del consumo di corrente. Così verificheremo come i diodi si illuminino sensibilmente di meno: il circuito, infatti, non può erogare una corrente maggiore. Variare la frequenza del segnale dell'oscillatore è un'altra prova che potremmo fare; questa configurazione ci mostrerebbe che, pur cambiando R1 o C1, avremo nella tensione d'uscita dei piccolissimi cambiamenti.

Se vogliamo che questo montaggio funzioni correttamente, si deve fare molta attenzione alla polarità dei suoi componenti.

Oscillatore modulato

Il segnale viene modulato così da ottenere due toni di diversa frequenza.

Stiamo per realizzare un circuito che ci sarà molto utile in un'infinità di applicazioni. Si tratta di una sirena con due toni diversi che, inoltre, può essere controllata agevolmente. Collegandola all'uscita dei circuiti di allarme, la possiamo impiegare, per esempio, per indicarne lo stato di attivazione.

Il circuito

Nello schema possiamo distinguere due parti chiaramente differenziate. Abbiamo, da un lato, un generatore astabile 4011, del quale sfrutteremo due porte; la frequenza erogata da questo oscillatore è approssimativamente 0,1 Hz e viene determinata dai valori dei componenti R2, R3 e C1 mediante l'applicazione della formula f = 1/2,2*(R2 + R3)*C1. Il circuito a destra è anch'esso un oscillatore astabile, ma, in questo caso, si è impiegato il circuito integrato 555; osservando il circuito si vedrà che è collegato all'uscita del primo astabile attraverso il terminale 5 (CV). Grazie a questa connessione, possiamo modulare il segnale del 555 per ottenere alla sua uscita, terminale 3, un segnale con due diverse frequenze, le quali daranno poi luogo, nell'altoparlante, a due differenti suoni.

Il circuito integrato 555 dispone di un'entrata di modulazione

Modulazione del 555

Come abbiamo detto, il circuito sarebbe un astabile normale in cui potremmo variare la frequenza del segnale di uscita, se il terminale 5 fosse scollegato. Questo terminale è conosciuto come entrata di modulazione e ci consente di modulare, cioè di cambiare, la frequenza di uscita. Mettendo a zero il terminale, il 555 si comporta come un astabile normale, mentre se, per mezzo di una resistenza, lo mettiamo a un livello alto, varia la frequenza di uscita. Perciò colleghiamo questo piedino all'uscita dell'altro circuito oscillatore, così da ottenere, all'uscita 3, due differenti frequenze: una, quando l'uscita U1B è '0' il 555 funzionerà come astabile normale, invece quando l'uscita U1B sarà '1', controllerà tramite il piedino CV del 555, la sua frequenza.

Avviamento

Una volta montato il circuito, il passaggio successivo sarà quello di applicare l'alimentazione

Oscillatore modulato

per farlo funzionare. Per riuscire a ottenere una frequenza più gradevole, lo si può modificare spostando il cursore del potenziometro P1.

Se nel collegare l'alimentazione del circuito quest'ultimo non funziona, staccheremo immediatamente l'alimentazione e verificheremo, in primo luogo, se abbiamo collegato l'alimentazione di ciascuno dei due circuiti integrati, poi la polarità dei condensatori, se sono, cioè, correttamente collocati.

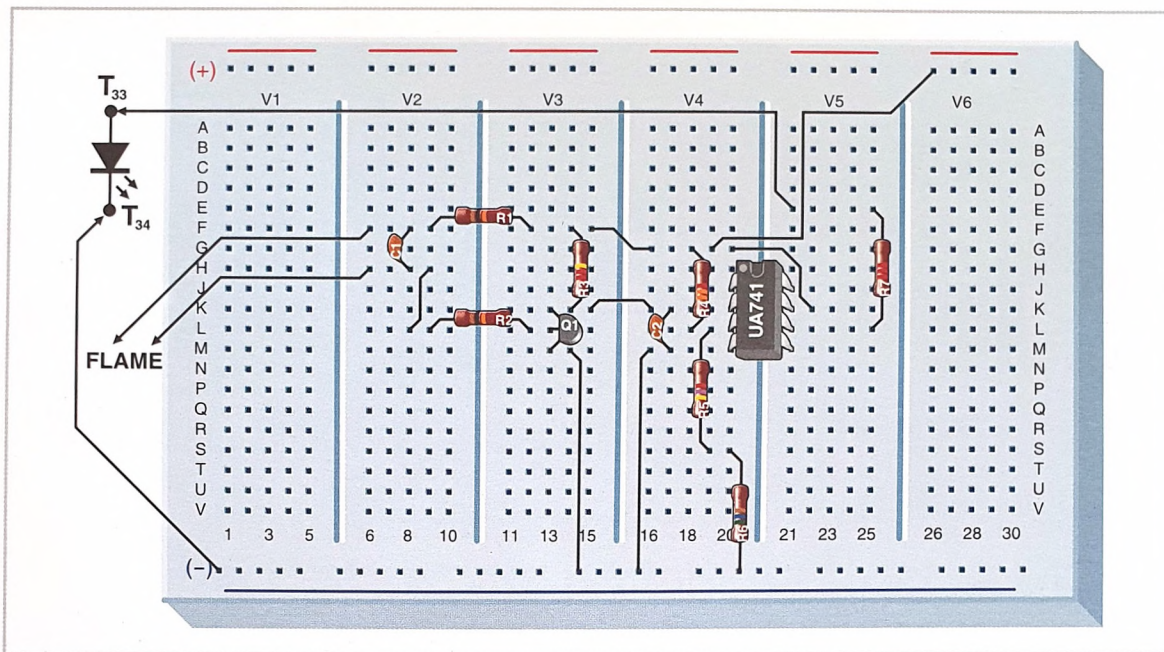
Con questo circuito si ottengono, intermittentemente, due diversi suoni.

COMPONENTI	
R1	1M
R2	100 K
R3	82 K
R4, R5, R6	2K2
R7	560 Ω
P1	100 K
C1	22 µF
C2	2,2 nF
U1	4011
U2	555
ALTOPARLANTE	

Sperimentazione

Il circuito offre molte e diverse possibilità di sperimentazione. In primo luogo possiamo variare il valore dei condensatori e delle resistenze per ottenere una diversa uscita. Aumentando una qualsiasi resistenza o un qualunque condensatore, avremo una minore frequenza; perché sia maggiore, invece, dobbiamo diminuire il valore delle resistenze, dei condensatori o di entrambi. Il circuito, però, offre maggiori possibilità. Possiamo controllarlo in modo che emetta un unico tono. A tale scopo, dovremo semplicemente collegare R1 al terminale 2 di U1A e il terminale 1 di questa porta al terminale negativo (-): in questo modo avremo fermato l'oscillatore delle porte e il 555 avrà un segnale fisso nel terminale 5 e funzionerà, quindi, come un astabile, fornendo all'uscita un tono fisso. Se mettiamo il terminale 1 di U1A nel positivo, funzionerà emettendo due toni, dato che il primo oscillatore delle porte sarà in funzione. Anche variando il valore della resistenza R4 si otterrà un tono differente di modulazione. Si potrà, inoltre, aggiungere un condensatore da 10 µF in parallelo a C1, in modo da far scendere la frequenza di modulazione.

Rilevatore di fiamma

Questo circuito permette di rilevare direttamente l'esistenza di una fiamma.

L'elettronica ci permette di realizzare un semplice circuito rilevatore di fiamma, che a seconda delle nostre esigenze, può avere molte applicazioni e può venire utilizzato, ad esempio, come allarme o, semplicemente, verificare quando è acceso lo scaldabagno, come indicatore della presenza di fiamma. Questo circuito, inoltre, può servire anche come sensore di umidità, rilevando l'umidità del terreno nel nostro giardino e, nel caso sia insufficiente, di annaffiarlo.

Il circuito

Il circuito, che è composto da due differenti sezioni, è alimentato a 9 Volt. Da un lato abbiamo il circuito sensore, o rilevatore di fiamma, e dall'altro un circuito comparatore. In stato di riposo, quando cioè non è presente la fiamma – o, se viene utilizzato come sensore dell'umidità nel terreno, se quest'ultimo è secco – il transistor non conduce: il condensatore C1, infatti, impedisce che la base venga polarizzata e quindi è interdetto.

La tensione nel collettore perciò sarà quella dell'alimentazione, applicata all'entrata negativa di U1. Questo circuito integrato è collegato per funzionare come comparatore: ha all'entrata non invertente una tensione fissa stabilita dal divisore composto da R4, R5 e R6 il cui valore sarà: 9(R5+R6)/(R4+R5+R6)= 5,53 Volt. Quando il transistor è interdetto, la tensione all'entrata invertente è maggiore di quella dell'entrata non invertente e l'uscita, essendo a basso livello, non fa illuminare il diodo LED. In presenza di fiamma, invece, il transistor condurrà e sul suo collettore apparirà una tensione inferiore ai 5,53 Volt dell'entrata non invertente; l'uscita sarà a livello alto e il diodo LED si illuminerà.

In presenza di una fiamma il LED si illumina

Il circuito rilevatore di fiamma

Come sensore si utilizzano due cavi intrecciati tra loro e con le punte spelate; le loro estremità saranno separate da circa 2 o 3 mm. Per quanto possa sembrare curioso, il principio naturale su cui si basa è quello della ionizzazione. Grazie ad esso è possibile far circolare una piccola corrente attraverso una fiamma. In tal modo si riesce a polarizzare il transistor e di conseguenza illuminare il diodo LED.

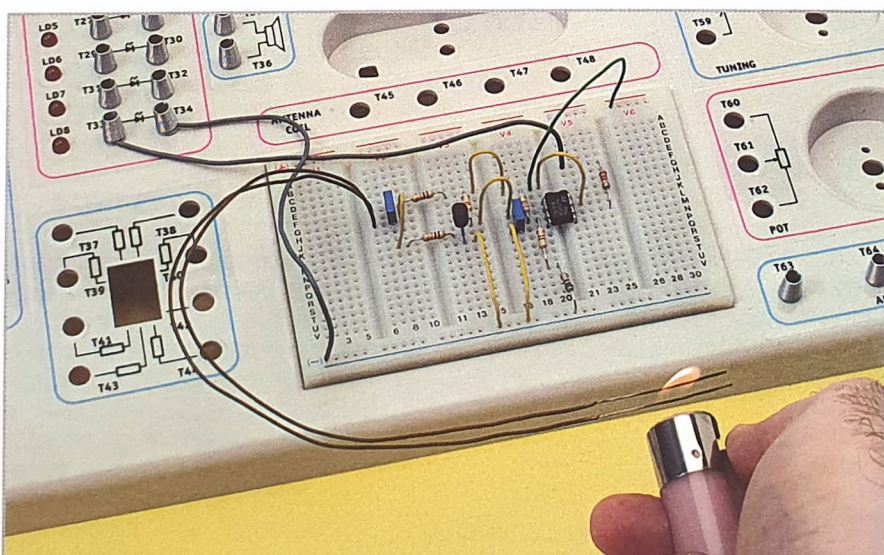
Rilevatore di fiamma

COMPONENTI	
R1,R2	10 K
R3	220 K
R4	3K3
R5	4K7
R6	560 Ω
R7	2K2
C1,C2	100 n F
Q1	BC548
U1	741
LED 8	

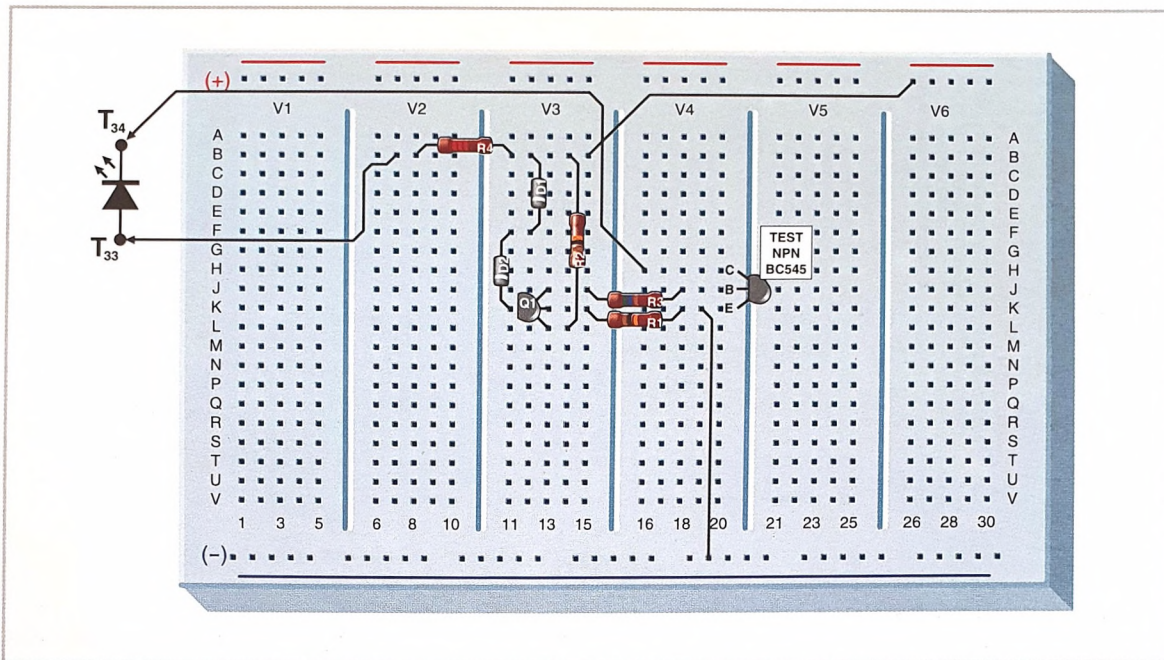
Rilevatore di umidità

Questo circuito può venire impiegato, come abbiamo già detto, anche per rilevare l'umidità nel terreno. L'effetto che rende possibile il rilevamento è la conduttività propria dell'acqua che consente il passaggio tra il terminale A e il terminale B di una debole corrente. Se il terreno è secco non si verifica la conduzione di corrente e il transistor non conduce. Se invece, con un terreno umido, tra gli estremi dei cavi di rilevamento circola una corrente, quest'ultima attiverà il BC548.

Esperimento

Con il circuito montato sulla piastra, esamineremo i due fili – che costituiscono il sensore – collegati ai terminali del condensatore C1. I fili sono intrecciati tra di loro ad eccezione degli ultimi 5 cm che lasceremo paralleli l'uno all'altro. Lasceremo allo scoperto, inoltre, i loro estremi per circa 2 cm. Se vorremo rilevare una fiamma, manterremo una separazione di 2 o 3 mm tra questi due estremi spelati, e faremo in modo che la fiamma lambisca le punte spelate: dopo pochi secondi vedremo che il circuito avrà rilevato la fiamma perché il diodo LED si sarà acceso. Se vogliamo rilevare l'umidità, per esempio in un vaso, introdurremo nella terra le due punte spelate ad una breve distanza. Possiamo provare a separarle di 1 cm, mantenendole sempre nel terriccio, e a introdurre dell'acqua. Se non la rilevano, avvicineremo un poco le punte.

Due cavi intrecciati e con le estremità spelate formeranno il circuito sensore.

Provatransistor NPN

Il circuito ci permetterà di verificare rapidamente se i transistor NPN funzionano correttamente.

Sul mercato esiste una moltitudine di apparecchiature finalizzate alla verifica di ogni tipo di componenti; il problema è che, in genere, sono piuttosto costosi. Perciò, per il fatto che il transistor è forse il componente più utilizzato in elettronica, conviene avere la possibilità di poter verificare i transistor, in questo caso gli NPN. Per provarli basterà collocarli direttamente in modo che i loro tre terminali coincidano con C, B ed. E del montaggio, rispettivamente collettore, base ed emettitore. Se il transistor è in buono stato, il diodo LED si illuminerà.

Il circuito

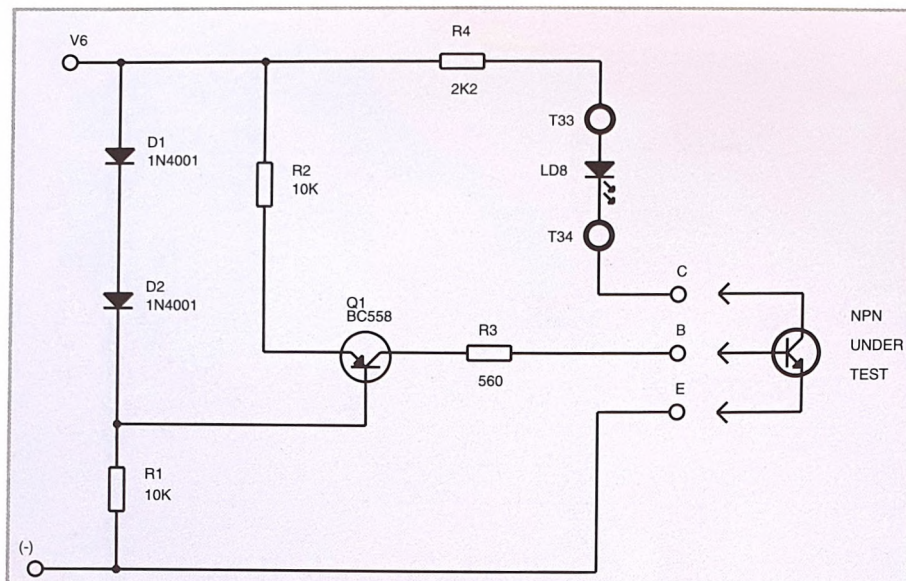
Osservando lo schema elettrico, ci rendiamo conto che il circuito, se non mettiamo il transistor da provare, non funziona perché il transistor PNP ha il collettore aperto; anche il LED e la resistenza sono scollegati. Il circuito conduce quando collochiamo un transistor NPN per verificarne lo stato.

Il transistor BC558 è montato come sorgente di corrente costante, di modo che attraverso il suo collettore circoli sempre la medesima corrente, indipendentemente dal transistor che stiamo provando. Questa condizione di indipendenza la si ottiene collegando tra base ed emettitore di Q1 due diodi che assicurano la perenne polarizzazione del transistor. La corrente costante del collettore è quella che abbiamo "iniettato" nella base del transistor da provare se il transistor è in buono stato, circolando corrente attraverso il suo collettore il diodo LED si illumina.

Il transistor da provare

Il transistor che dobbiamo verificare è del tipo NPN. Se ne conosciamo bene i terminali – emettitore (E), base (B) e collettore (C) – non rimane altro da fare che inserirlo sui terminali chiamati nel medesimo modo. Il diodo LED si illuminerà perché lo abbiamo polarizzato come emettitore comune, introducendo attraverso la base una corrente costante. Potrebbe succedere che, non conoscendo i terminali, invece di inserirlo con i terminali nel modo corretto, lo si inserisca con i terminali al contrario. Anche in questo caso, il diodo LED si illuminerà perché queste due regioni sono di tipo N, anche se con minor intensità.

> *Polarizzando la base, si verifica se c'è passaggio di corrente nel collettore.*

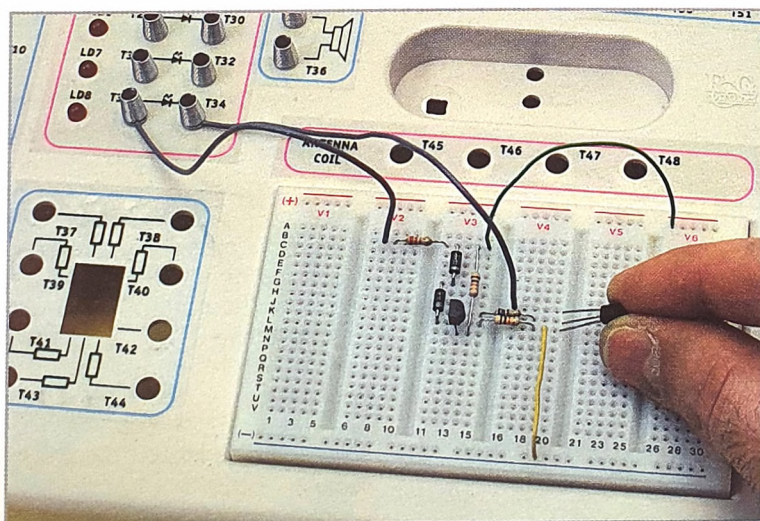
Provatransistor NPN

COMPONENTI	
R1,R2	10 K
R3	560 Ω
R4	2K2
D1,D2	1N4001
Q1	BC558
LED8	

Calcolo della corrente costante

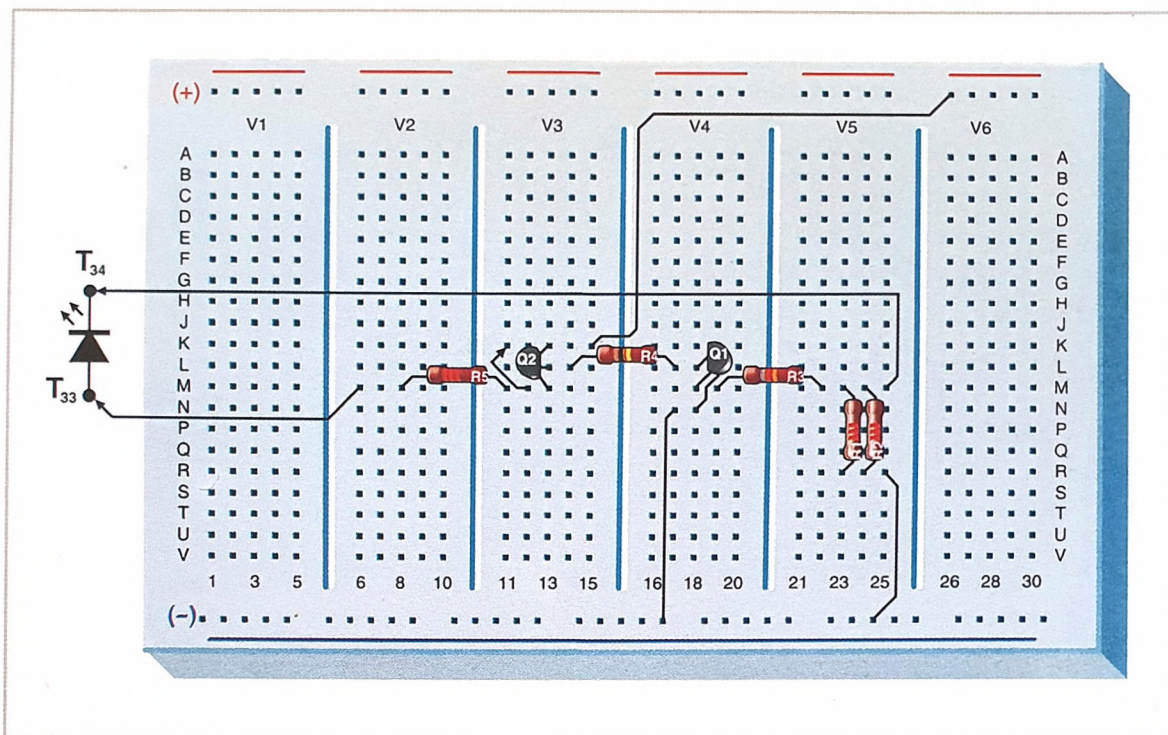
Analizzando attentamente il montaggio, vedremo che nella base di Q1 abbiamo due diodi in serie; la tensione di caduta sarà quindi di 1,2 Volt, di cui 0,6 Volt costituiranno la caduta di tensione fra base ed emettitore, mentre i rimanenti 0,6 nella resistenza R2. Quest'ultima regolerà la corrente restante che inietteremo alla base e il cui valore sarà dato da: I costante = 0,6/10K = 60μA. La suddetta corrente è sufficiente a far sì che il transistor conduca, il che sta a significare che sia con un piccolo pilotaggio in corrente che con uno alto, nel suo collettore ci sarà un passaggio di corrente sufficiente all'accensione del diodo LED.

Avviamento

Se colleghiamo all'alimentazione il circuito e non inseriamo nessun transistor da provare, il circuito non funziona, pur consumando pochissimi microampère circolanti tra i diodi ed R1. Se, adesso, introduciamo uno dei BC548 con ogni suo terminale al posto giusto, il diodo LED ce ne indicherà lo stato. Possiamo provare a collocarlo cambiando i terminali; non dobbiamo avere paura di distruggerlo: non succederà niente.

Bisogna procedere con molta precauzione se vogliamo cambiare i valori dei componenti del montaggio, perché se si diminuisce di molto il valore di R2, si distruggerà, molto probabilmente, il transistor che si sta provando, oltre al diodo LED, perché si supera il massimo livello di potenza dissipata.

Se il transistor è inserito correttamente nel provatransistor, il diodo LED ci indicherà direttamente lo stato.

Pulsante con memoria

L'alimentazione viene attivata dal pulsante.

Finora in elettronica digitale abbiamo lavorato con funzioni di memoria, ma non abbiamo nemmeno menzionato la possibilità di realizzarle con comuni componenti analogici. Nel circuito, uno dei transistor, Q2, agisce come un interruttore elettronico che nel caso di questo circuito sperimentale, controlla l'alimentazione di un diodo LED.

Il circuito

Il suo funzionamento è semplicissimo: da un lato abbiamo un circuito formato da un semplice diodo LED con la sua resistenza di polarizzazione e dall'altro il circuito di memoria propriamente detto, che funziona come un interruttore con memoria. Per realizzare questa funzione abbiamo due transistor ciascuno dei quali, logicamente, esegue una funzione differente. Il transistor Q1 è l'interruttore vero e proprio; lavora in saturazione, di conseguenza tra collettore ed emettitore esiste poca tensione; il carico, – il LED in questo caso – riceverà la sua corrente d'alimentazione attraverso R5. Da parte sua, il transistor Q2 effettua la funzione memoria propriamente detta, mantenendo attivo Q1 dopo aver fatto funzionare il circuito con una semplice pressione del pulsante. A sua volta, rimanendo alimentato, anche il LED alimenta la base del transistor Q1, di modo che si alimentano vicendevolmente fino a che il circuito non viene interrotto in qualche punto.

Il circuito si mantiene attivo da solo

Funzione di memoria per passaggio di corrente

Analizzando lo schema, possiamo vedere che abbiamo tre circuiti indipendenti collegati in serie, così da avere in comune la corrente che circola attraverso di essi. Da un lato il transistor fa da interruttore, mentre dall'altro, il circuito da controllare, composto dal diodo LED con la sua resistenza di polarizzazione R5, e infine Q2. All'inizio il circuito non ha alcun consumo e il diodo LED è spento. Quando lo attiviamo, interdicendo Q1, facciamo sì che passi corrente sufficiente alla polarizzazione di Q2, in modo da attivare automaticamente Q1 e far illuminare il diodo LED.

Pulsante con memoria

COMPONENTI	
R1,R2,R5	2K2
R4	100 K
R3	82 K
Q1	BC 548
Q2	BC 558
LED8	

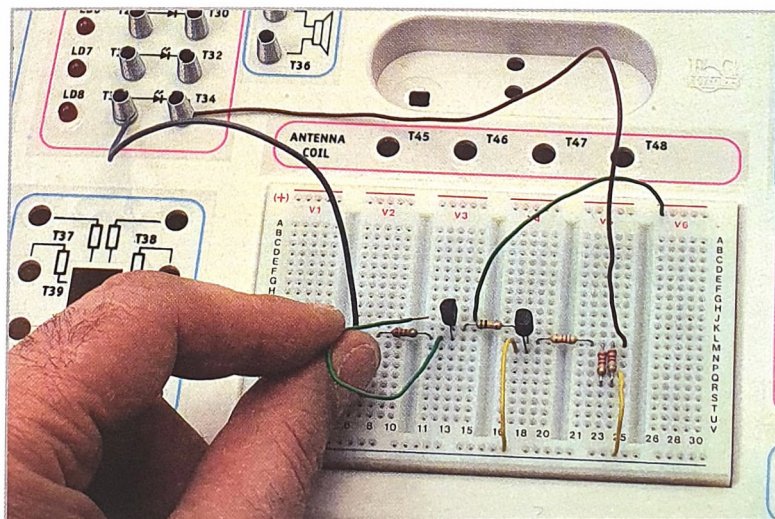
Avviamento

Con l'alimentazione e il diodo direttamente collegati, tutti i componenti vengono calcolati affinché, effettuando una sola pressione del pulsante, indicato nello schema come START, cortocircuiteremo per un attimo il collettore di Q2 con il suo emettitore, lo interdiciamo mediante Q1.

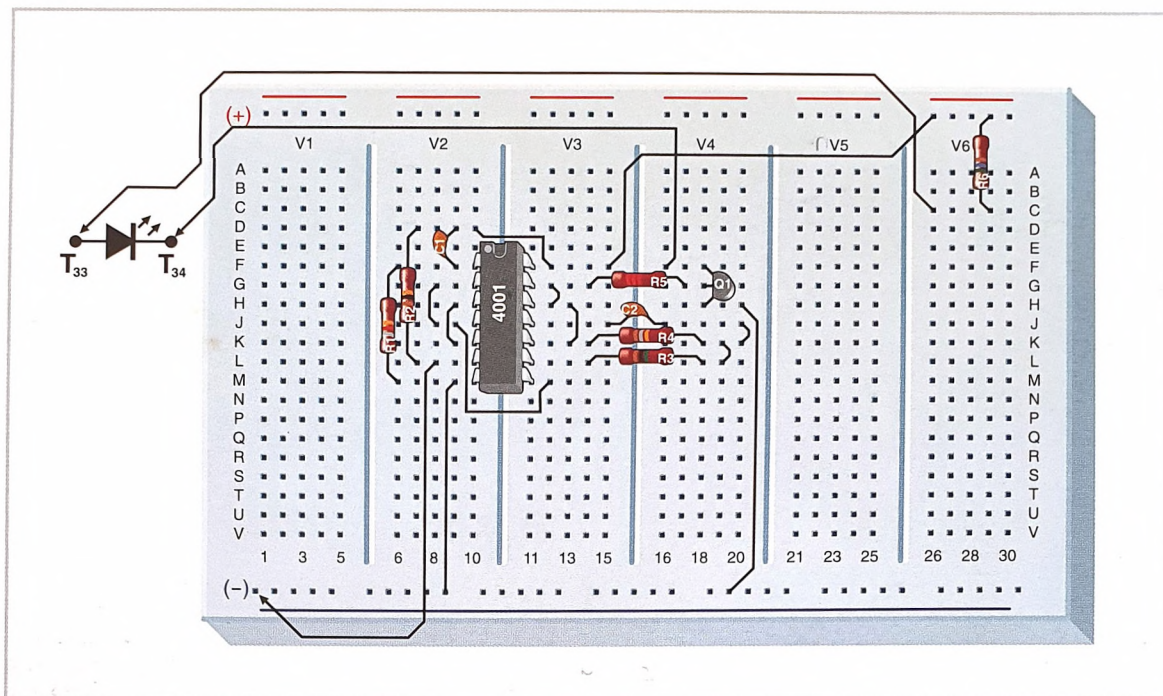
Il circuito ha le sue limitazioni, causate proprio dagli elementi utilizzati. Il BC558, infatti, è un transistor a bassa potenza, per cui non vi potremo far circolare una corrente molto elevata perché in tal caso lo distruggeremmo.

Ciò limiterà il consumo del circuito che volgliamo controllare a circa 110 mA, anche se in questo caso è molto minore.

Sperimentazione

Per verificare le possibilità offerte dal nostro montaggio, possiamo diminuirne il consumo; aumentando R5 a 47 K, il circuito, quando lo facciamo partire, non si attiva perché il consumo risulta inferiore alla corrente necessaria a Q2 per poter polarizzare Q1. In questo caso possiamo diminuire la resistenza di Q2 per cercare di fare in modo che quest'ultimo si attivi, anche se la ricerca del valore sarà un po' difficile.

Abbiamo bisogno di una corrente minima che garantisca l'attivazione di Q1.

Allarme per rottura del filo

Quando si taglia il filo conduttore che unisce i due terminali, il circuito si attiva.

Questo circuito di allarme può servire a rilevare se qualcuno è entrato nella nostra abitazione. La rilevazione avviene dando continuità al filo attraverso un paio di puntine da disegno – fissate l'una sul telaio della porta, l'altra sulla porta stessa – e disposte in modo che facciano l'una contatto con l'altra: così, quando la porta si apre, anche il contatto si interrompe e, di conseguenza, il diodo indicatore si illumina. Per effettuare l'esperimento basta scollegare i punti A e B segnati nello schema del circuito.

Funzionamento

Il funzionamento è semplicissimo: quando colleghiamo l'alimentazione, dobbiamo tenere i due terminali A e B uniti tra loro con un cavo. In questa situazione – di riposo – l'oscillatore astabile con le porte NOR (U1C e U1D) che abbiamo montato non è attivo perché il terminale 4, uscita del bistabile, è a livello zero. L'uscita dall'oscillatore astabile viene prelevata dal piedino 10, di modo che il LED non si illumina se non c'è il rilevamento. Quando apriamo il contatto tra A e B – rompendo il filo – il bistabile si attiva, ponendo la propria uscita a '1'; questa condizione fa funzionare l'oscillatore astabile e fa illuminare, in modo intermittente, il diodo LED fino a quando non si interrompe l'alimentazione.

L'allarme permane fino a quando l'alimentazione non viene interdetta

Il circuito

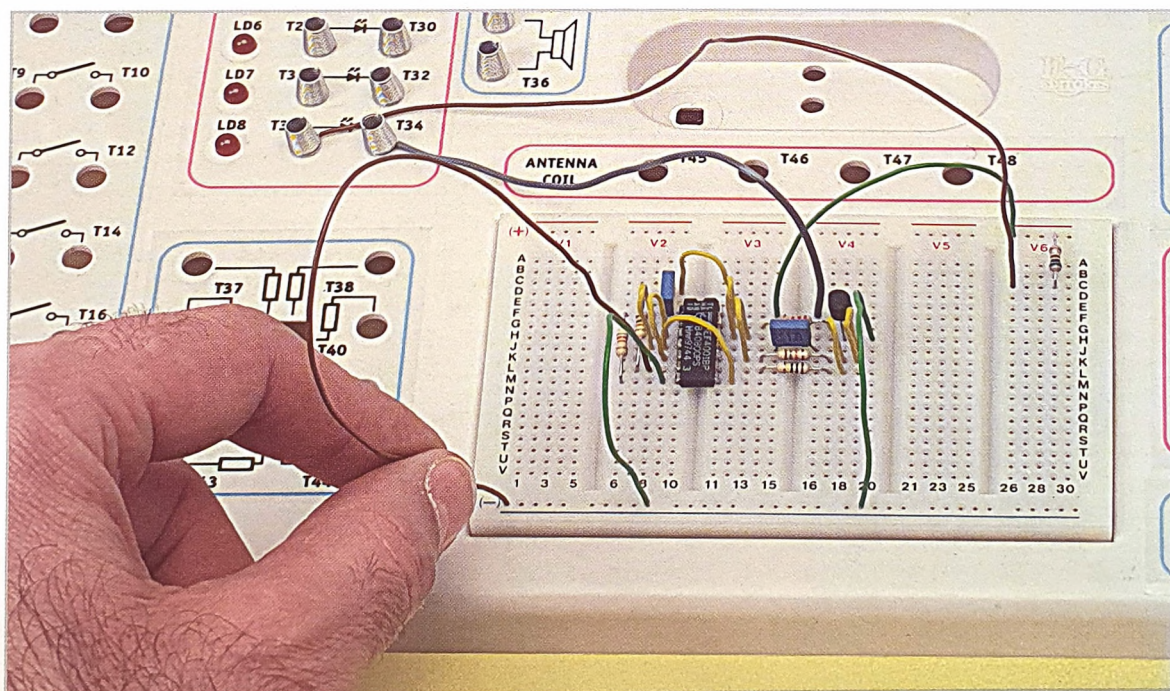
Le quattro porte dell'integrato 4001 vengono sfruttate al massimo, dato che se ne utilizzano due per ciascuna delle parti di cui è composto il circuito. Una sezione contiene il circuito rilevatore della rottura del filo, formato da un flip-flop bistabile il quale, al momento dell'accensione, si "resetta" attraverso la rete R1-C1 connessa all'entrata RESET, così da garantire che l'uscita sia a '0' sempre che abbia collegato un carico. In questa situazione il LED rimane spento. Quando si interrompe il filo, il terminale di entrata 6 di U1B passa a livello alto e l'uscita di questa porta dà l'avvio all'oscillatore astabile.

Esperimenti

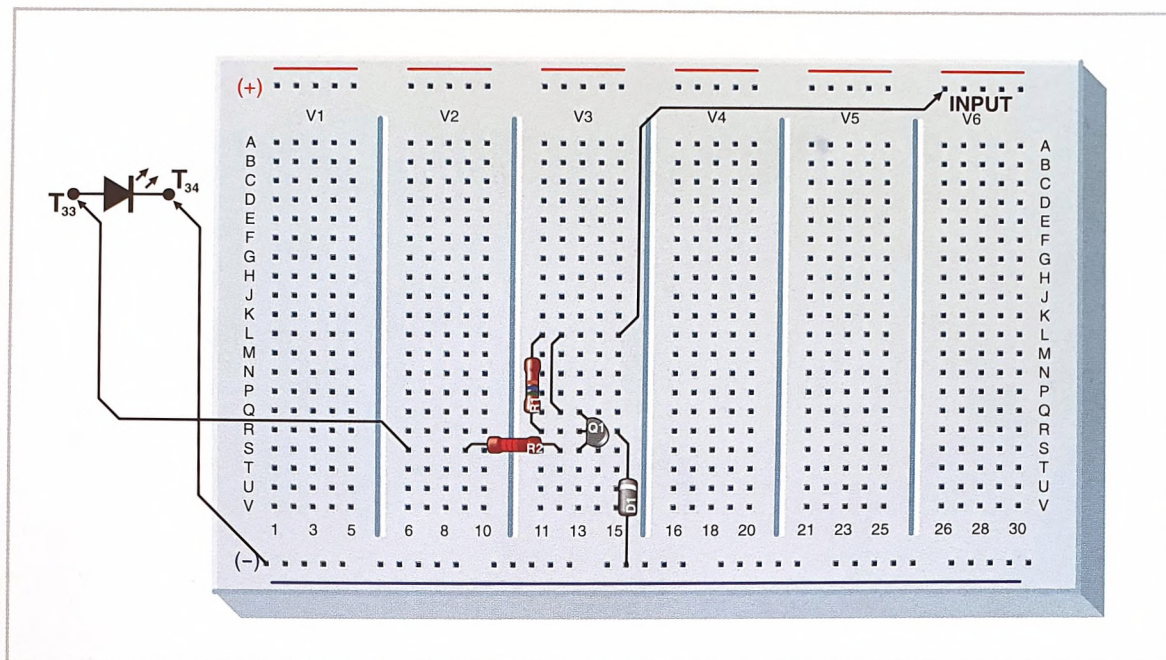
In questo circuito, per variare la frequenza di lampeggiamento

Allarme per rottura del filo

COMPONENTI	
R1	82 K
R2	10 K
R3	1 M
R4	18 K
R5	2K2
R6	560 Ω
C1,C2	100 nF
Q1	BC548
U1	4001
LED8	

del diodo LED, possiamo cambiare la resistenza R4 dell'oscillatore astabile. Aumentandola, possiamo fare in modo che l'accensione e lo spegnimento siano più lenti; riducendola, al contrario, aumenteremo la frequenza del lampeggiamento fino ad arrivare a un punto in cui esso sarà così rapido che vedremo il diodo costantemente acceso. Anche per aumentare la luminosità del diodo LED, possiamo diminuire la resistenza di carico sul collettore del transistor BC548.

Se si toglie il filo che unisce i terminali A e B, l'indicatore di allarme salterà.

Stabilizzatore di tensione

Stabilizza la tensione d'entrata impedendo che superi un determinato livello prefissato.

A volte, le sorgenti di alimentazione non hanno una tensione di uscita stabilizzata. Molti apparecchi riescono a funzionare bene anche all'interno di un margine di tensione d'alimentazione variabile, ma altri sono più esigenti. Esistono molti circuiti stabilizzatori di tensione, ma presenteremo il più semplice in assoluto. Nel nostro caso è un circuito sperimentale, ma questo tipo di circuito viene utilizzato in pratica dando buoni risultati. La sua semplicità consente di studiarne il funzionamento senza grandi difficoltà.

Il circuito

Il circuito utilizza un transistor Q1 con il collettore come entrata e con l'emettitore come uscita. La tensione della sua base viene fissata con una resistenza che polarizza un diodo zener; la tensione d'uscita è, approssimativamente, di 0,6 Volt minore della tensione zener. Quest'ultima si mantiene costante grazie alla corrente che circola attraverso la resistenza R1. Per verificarne il funzionamento, si collega all'uscita il diodo LED LD8 con la sua corrispondente resistenza di polarizzazione R2; potremmo anche collegare un circuito che necessiti di circa 5 Volt di tensione d'alimentazione. Si deve tenere conto del fatto che il transistor utilizzato dissipa soltanto 0,5 Watt; quindi, se il circuito che deve alimentare ha bisogno di 5 Volt e la tensione ne può sopportare fino a 9, nel transistor cadranno 4 Volt, la corrente massima risulterà dalla divisione di 0,5 per 4 che dà 125 mA, sufficienti ad alimentare alcuni circuiti, anche se conviene mantenere un margine di sicurezza e non superare i 75 mA.

Protegge dalle cadute di tensione

Esperimento n° 1

Una volta montato il circuito, al connettore V1 si collega il terminale d'entrata: il diodo LED si illuminerà appena. Lo si scollega da V1 e lo si collega a V2 e il LED avrà una luminosità più alta. Collegandolo a V3, l'illuminazione del LED è evidentemente più alta; togliamo la connessione a V3 e passiamola a V4, il LED possiede adesso una buona luminosità. Se, però, colleghiamo il terminale d'entrata a V5, vedremo che l'illuminazione del LED non cambia perché il circuito sta stabilizzando la tensione.

Se lo colleghiamo anche a V6, l'illuminazione del LED non subirà cambiamenti significativi.

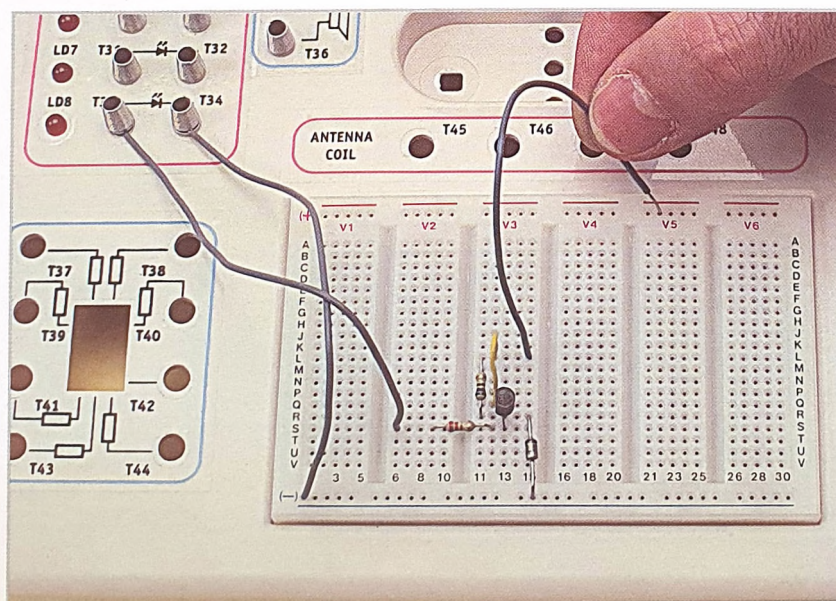
Stabilizzatore di tensione

COMPONENTI	
R1	560 Ω
R2	2K2
Q1	BC548
LED8	

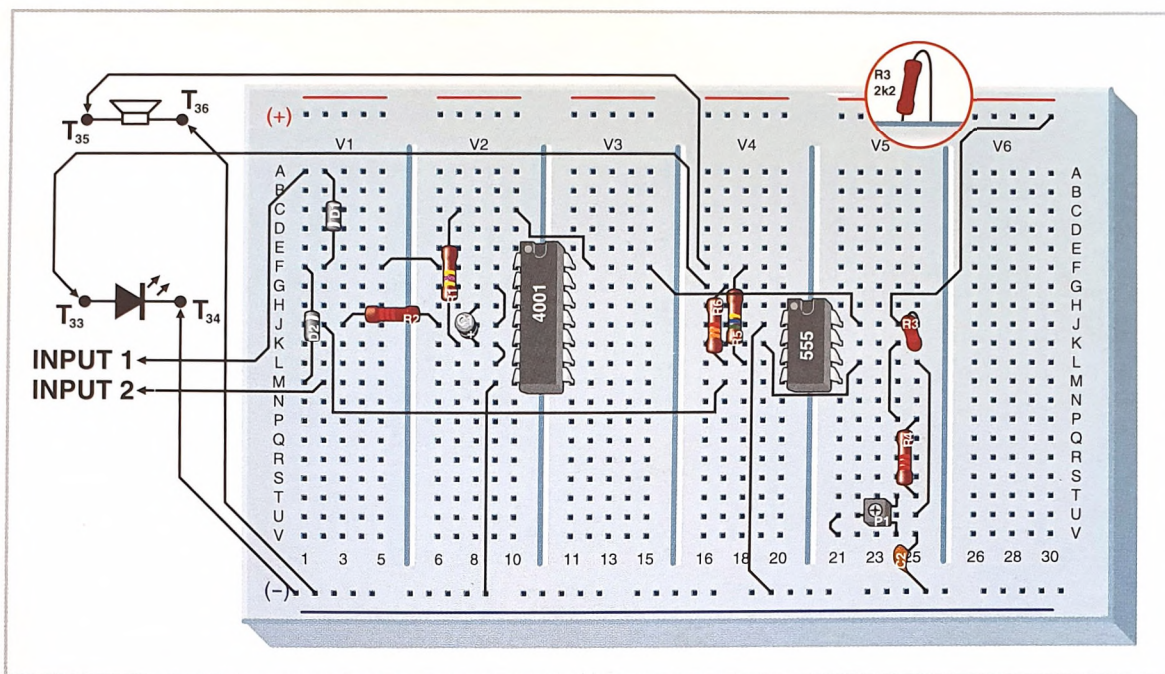
Esperimento n° 2

L'uscita del circuito può venire impiegata per alimentare un altro circuito: in questo caso togliamo la resistenza R2 e il LED LD8. Possiamo, per esempio, utilizzare il circuito DIGITALE 5 effettuando il seguente cambiamento: le connessioni del DIGITALE 5 che portano a V6 vengono scollegate dal suddetto punto e collegate all'emettitore di Q1, come possiamo vedere nello schema qui sopra a sinistra contrassegnato come OUTPUT.

Il montaggio

Il montaggio risulta semplice e veloce grazie al ridotto numero di componenti utilizzati. Il circuito stabilizzatore eroga alla propria uscita una tensione di circa 5 Volt. In pratica, il circuito è formato dal transistor Q1, dalla resistenza R1 e dal diodo zener DZ1, mentre il diodo LED, con la sua corrispondente resistenza di polarizzazione, viene utilizzato come spia per verificare l'avvenuta stabilizzazione della tensione. Per verificarne l'effetto, si può togliere la connessione dalla resistenza R2 portandola a collegarsi con V6; si noterà, allora, un notevole aumento di luminosità. Tuttavia, se si scollega l'emettitore di Q1, quest'ultimo si manterrà a 5 Volt, con l'entrata collegata a V4, a V5 o a V6.

Semplice, ma efficace stabilizzatore di tensione.

Allarme temporizzato

L'allarme si attiva a una determinata ora.

Per quanto concerne il suono emesso, possiamo classificare gli allarmi in due gruppi: quelli che, una volta attivati, suonano continuamente e quelli che funzionano solamente durante un periodo di tempo prefissato.

In quasi tutti i paesi è obbligatorio limitare il tempo di attivazione dei dispositivi acustici dei sistemi di allarme. Il nostro circuito appartiene al secondo gruppo dato che potremo ascoltare l'avviso acustico per pochi secondi ed è dotato di un'indicazione luminosa dell'attivazione dell'allarme.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito è semplicissimo. In situazione di riposo, quando nessuna delle due entrate INPUT 1 e INPUT 2 è attivata (e quindi il circuito a cui si connettono deve essere a basso livello), il LED LD8 non si illumina e l'altoparlante non suona.

Se una o entrambe le entrate passano a livello alto, il monostabile si accende e, di conseguenza, si attiva anche l'oscillatore astabile montato con il 555, il diodo LED si illumina e l'altoparlante suona per un periodo di tempo di circa 6 secondi.

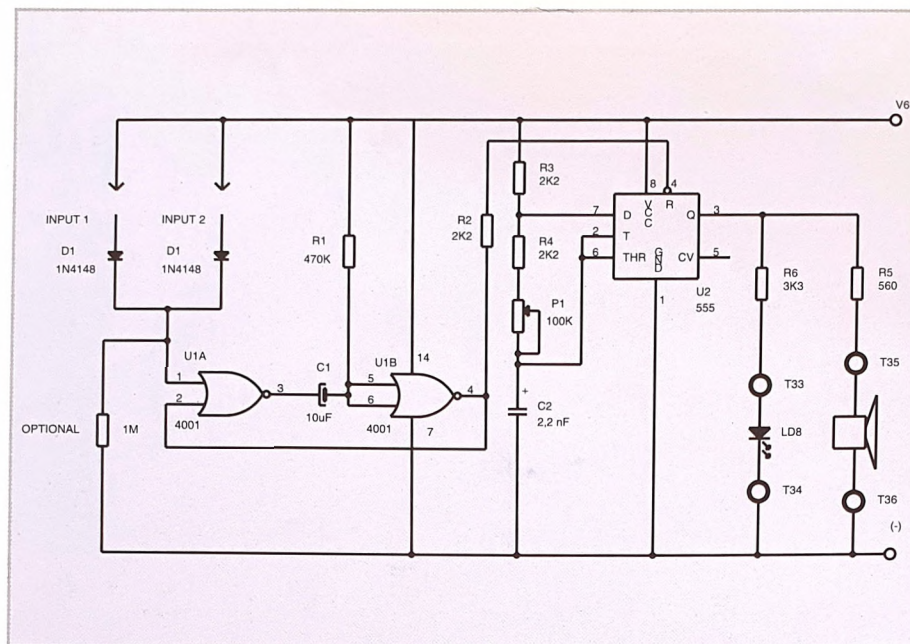
Il circuito

Il circuito di accensione ha tre parti evidentemente differenti; da una parte ci sono le entrate rivelatrici, INPUT 1 e INPUT 2, le quali sono tanto sensibili che se sono libere (senza la resistenza opzionale da 1MΩ) e avviciniamo la mano a una qualunque delle due, attiveremo l'allarme con l'interferenza indotta nel circuito. A causa di ciò, per avere una situazione stabile, queste entrate devono essere sempre a livello basso; per non far attivare l'allarme, collegheremo tra il terminale 1 del circuito integrato 4001 e (-) una resistenza da 1MΩ. Il secondo stadio del circuito è il temporizzatore monostabile, realizzato vicino alle due porte 4001. Il tempo in cui la sua uscita, terminale 4 di U1B, è attiva a livello alto viene dato dalla formula:

$$T = 1{,}2xR1xC1.$$

Sostituendo i valori dei componenti, avremo un tempo di circa 6 secondi. Il segnale di uscita del monostabile viene applicato al terminale RESET del 555 montato come astabile, di modo che se il monostabile è attivo (terminale 4 del 555 a livello alto) oscilla, generando un'uscita che farà suonare l'altoparlante.

Un monostabile determina il tempo di attivazione

Allarme temporizzato

COMPONENTI	
R1	470 K
R2, R3, R4	2K2
R5	560 Ω
R6	3K3
P1	100 K
C1	10 µF
C2	2,2 nF
D1, D2	1N4148
U1	4001
U2	555
LD8	
Altoparlante	

Se il suono emesso dall'altoparlante non è di nostro gradimento, possiamo correggerlo regolandolo con il potenziometro P1 oppure cambiando uno dei componenti di R3, R4 o C2.

Esperimenti

Innanzitutto, possiamo cambiare il periodo di tempo in cui il nostro allarme rimane attivo. A tal fine, cambieremo i valori dei componenti che circondano il monostabile.

Se volessimo incrementare il tempo di attivazione, potremmo aumentare la resistenza R1, il condensatore C1 o entrambi.

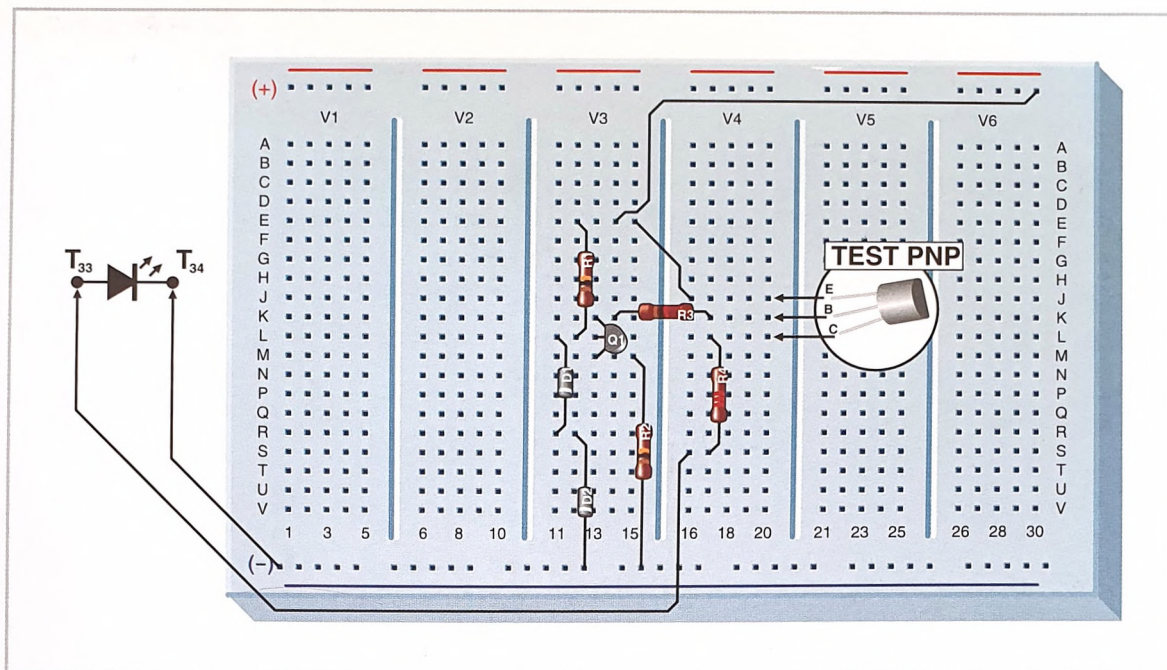
Un altro esperimento che possiamo realizzare è collocare una resistenza da 1MΩ al terminale 1 della porta U1A; in tal modo, anche con una persona vicino, il circuito non si accenderà.

Possiamo cambiare sia il suono che il tempo di attivazione.

Infine, se il tono emesso dall'altoparlante non ci piace, oltre a poter variare la frequenza d'uscita dell'astabile mediante il potenziometro P1, possiamo anche cambiare il valore di alcuni componenti dell'oscillatore.

Dobbiamo tener conto del fatto che se aumentiamo i valori della resistenza e della capacità, la frequenza diminuirà, mentre se ne diminuiremo i valori, quest'ultima aumenterà.

Provatransistor PNP

Il circuito ci consentirà di provare i transistor PNP.

Questo tipo di apparecchi per verificare i transistor PNP è uno dei più vecchi esistenti sul mercato, come i transistor, perché prima di utilizzare un transistor è meglio verificarne l'operatività e quando un'apparecchiatura non funziona è necessario sapere se il guasto è provocato da qualcuno dei suoi transistor.

Il circuito

Se diamo un'occhiata al circuito, possiamo vedere che non funziona se non inseriamo il transistor di prova perché il transistor NPN ha il collettore aperto e, inoltre, anche il LED e la resistenza sono scollegati. Quest'ultimo si mette in funzione inserendo un transistor da controllare: in questo caso, chiudiamo il circuito del NPN e il diodo. Il transistor BC548 è montato come fonte di corrente costante, di modo che attraverso il suo collettore circoli sempre la medesima corrente, indipendentemente dal transistor da verificare. Questa "indipendenza" viene ottenuta collocando tra la base e l'emettitore di Q1 due diodi che assicurano la continua polarizzazione del transistor. La corrente costante del collettore è quella iniettata nella base del transistor da verificare, di modo che se quest'ultimo è in buono stato deve far illuminare il diodo LED.

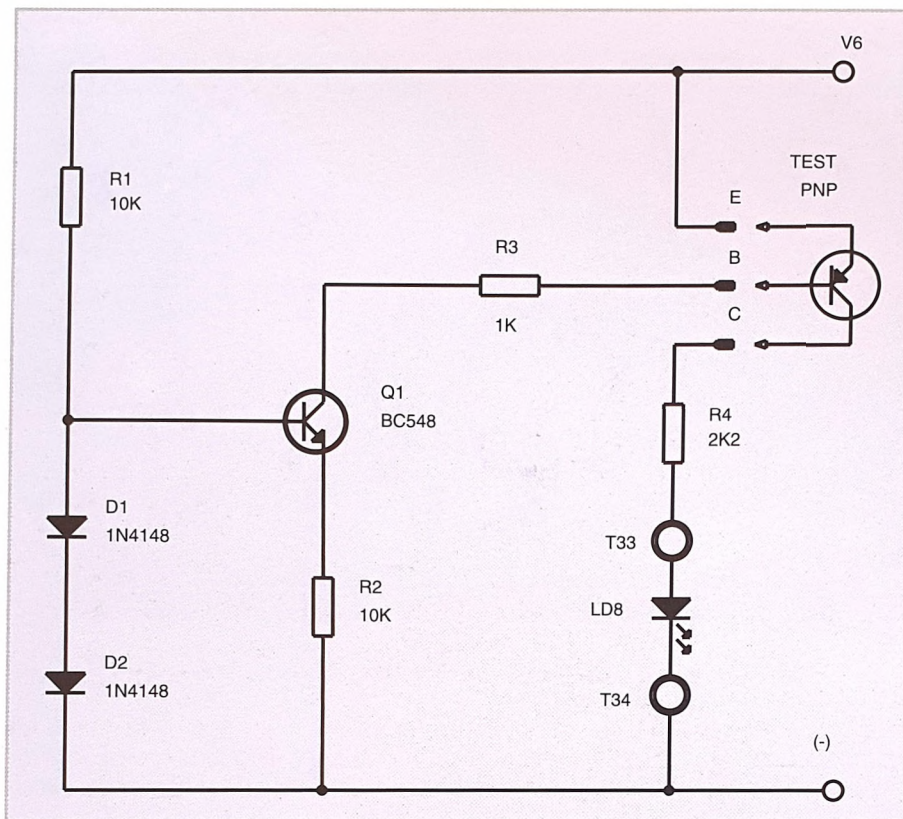
Il transistor da verificare

Il transistor da verificare è del tipo PNP. Se ne conosciamo perfettamente i terminali – emettitore (E), base (B) e collettore (C) – non dovremo fare altro che inserirlo sui terminali che abbiamo chiamato nello stesso modo e il diodo LED si illuminerà perché lo abbiamo polarizzato come emettitore comune facendo circolare una corrente costante attraverso la base. Potrebbe però succedere che, non distinguendoli, invertissimo tra loro i terminali di collettore ed emettitore. Anche in questo caso il diodo si illuminerebbe (però con minor intensità) perché queste due regioni sono di tipo P.

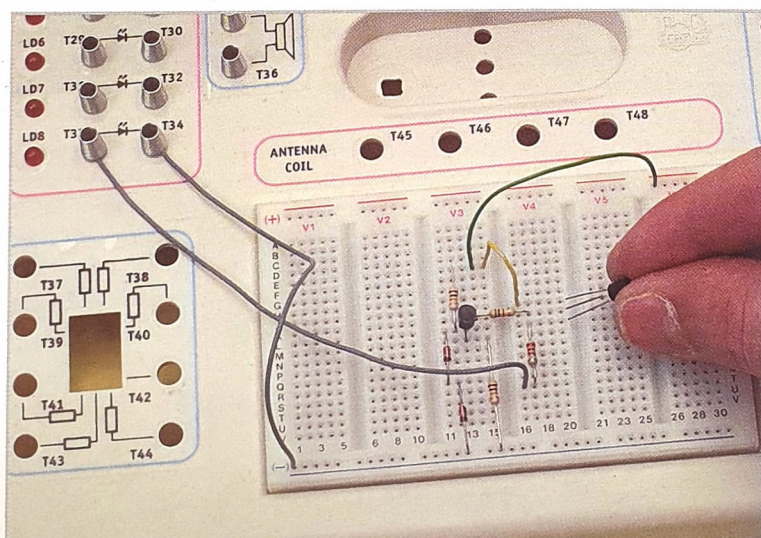
> *Se alla base viene applicata della corrente, il LED del collettore si illumina*

Accensione

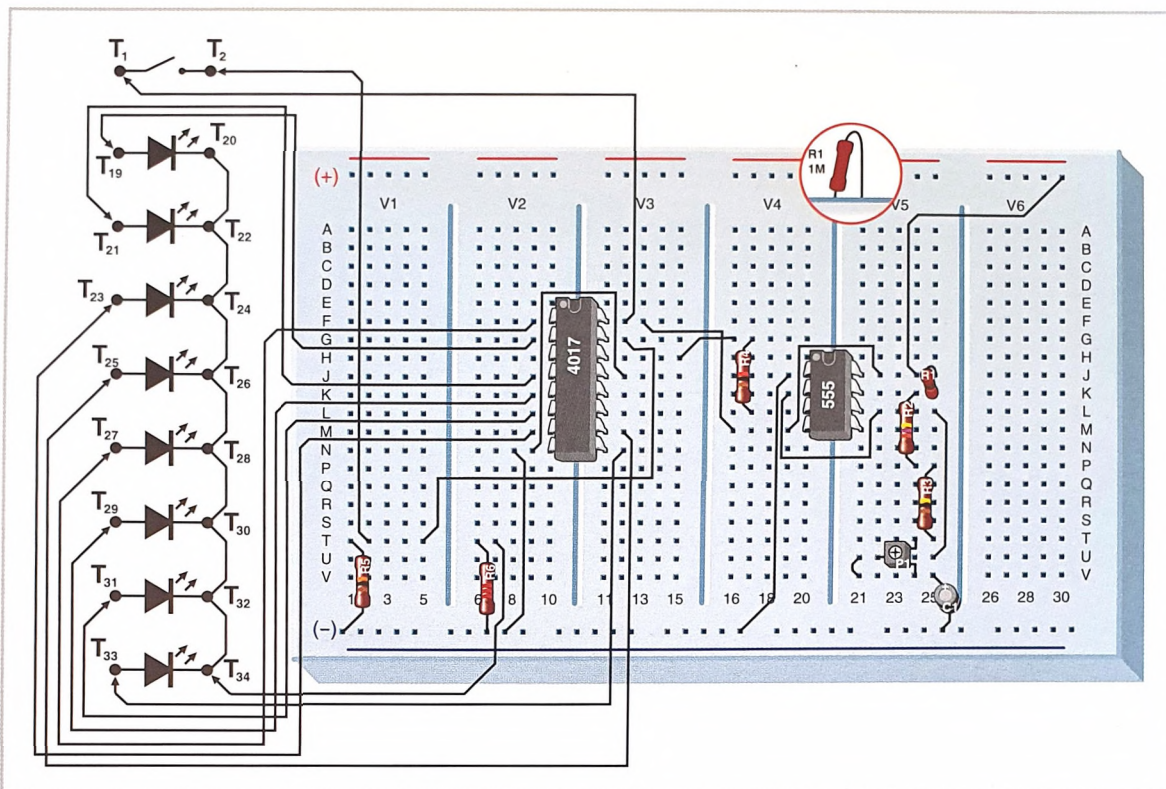
Se colleghiamo il circuito all'alimentazione e non inseriamo nessun transistor da testare, il circuito rimanendo con un componente scollegato non

Provatransistor PNP

COMPONENTI	
R1,R2	10 K
R3	1 K
R4	2K2
D1,D2	1N4148
Q1	BC548
LD8	

darà alcun segnale: consuma soltanto pochissimi microAmpére di corrente attraverso i diodi e R1. Se introduciamo come transistor da testare uno dei transistor BC548 e collochiamo ciascuno dei suoi terminali nella posizione esatta, il diodo LED ce ne indicherà lo stato. Possiamo provare a collocarlo con i terminali scambiati senza aver paura di distruggerlo: infatti non succederà assolutamente niente. Dobbiamo, invece, fare attenzione se vogliamo cambiare i valori dei componenti del montaggio, perché se diminuiamo troppo il valore di R2, quasi sicuramente distruggeremo il transistor in prova, oltre al diodo LED, perché supereremmo il limite massimo di potenza dissipabile.

Grazie a questo circuito possiamo verificare quasi ogni tipo di transistor, perché la corrente che facciamo circolare non è piccolissima, e nemmeno molto elevata, per non bruciare i transistor a causa della notevole entrata di corrente.

Il diodo LED, se il transistor è collegato correttamente al circuito di prova, ne indicherà lo stato.

Contatempo telefonico

Il circuito ci consentirà un controllo visivo del tempo.

Il controllo del tempo è fastidioso e può crearci problemi. Un caso concreto in cui non siamo coscienti del tempo che passa sono le telefonate. Per questo e perché ci serva da riferimento, abbiamo progettato un contatempo telefonico che ci darà il tempo di conversazione.

Il circuito

Nel circuito, ognuno dei diodi LED rappresenta mezzo minuto di tempo dall'avviamento. In questo modo, se, quando iniziamo una conversazione telefonica, colleghiamo il circuito all'alimentazione, ci darà un'indicazione del tempo trascorso, illuminando un diodo ogni mezzo minuto.

Quando il conteggio inizia, non si accende nessun LED, passati 30 secondi, si illumina il diodo LED LD1, dopo altri 30 si accenderà il LED LD2 e così via fino ad arrivare al diodo LD8 che sta a rappresentare 4 minuti di conversazione. Spento quest'ultimo, vorrà dire che stiamo parlando da 4 minuti e mezzo. All'entrata del circuito abbiamo un oscillatore che regoleremo noi stessi con un periodo di 30 secondi e che ci garantirà una precisione più che accettabile.

Ogni 30 secondi si accende un LED

Regolazione del clock

In questo montaggio è fondamentale riuscire a ottenere un clock con un periodo di 30 secondi. A tal fine, abbiamo usato un 555 montato come oscillatore astabile. Il circuito ha un potenziometro di regolazione per regolare il periodo in uscita con un tempo di mezzo minuto. Con i componenti del circuito e il potenziometro da 100 K, possiamo ottenere un'uscita che varierà, secondo l'equazione $T = 0,69 \cdot [R1 + 2 \cdot (R2 + R3 + P1)] \cdot C1$, tra un periodo minimo di 28 secondi e uno massimo di 33.

La regolazione la realizzeremo con cronometro alla mano e collocando il potenziometro a metà del suo percorso, dopo 1 o 2 minuti di stabilizzazione, regoleremo a destra per alzare un poco il tempo o a sinistra per abbassarlo, fino a ottenere approssimativamente 30 secondi. La

Contatempo telefonico

COMPONENTI	
R1	1 M
R2	270 K
R3	220 K
R4	1 K
R5	10 K
P1	100 K
C1	22 µF
U1	555
U2	4017
LD1 a LD8	

misurazione del tempo del periodo la si prenderà tra i due diodi LED accesi consecutivamente.

Dopo aver realizzato la regolazione, è consigliabile aspettare almeno due minuti prima di effettuare la misurazione del tempo, perché in periodi grandi si deve aspettare che l'oscillatore, dopo una variazione della resistenza e della temperatura, si stabilizzi.

Funzionamento

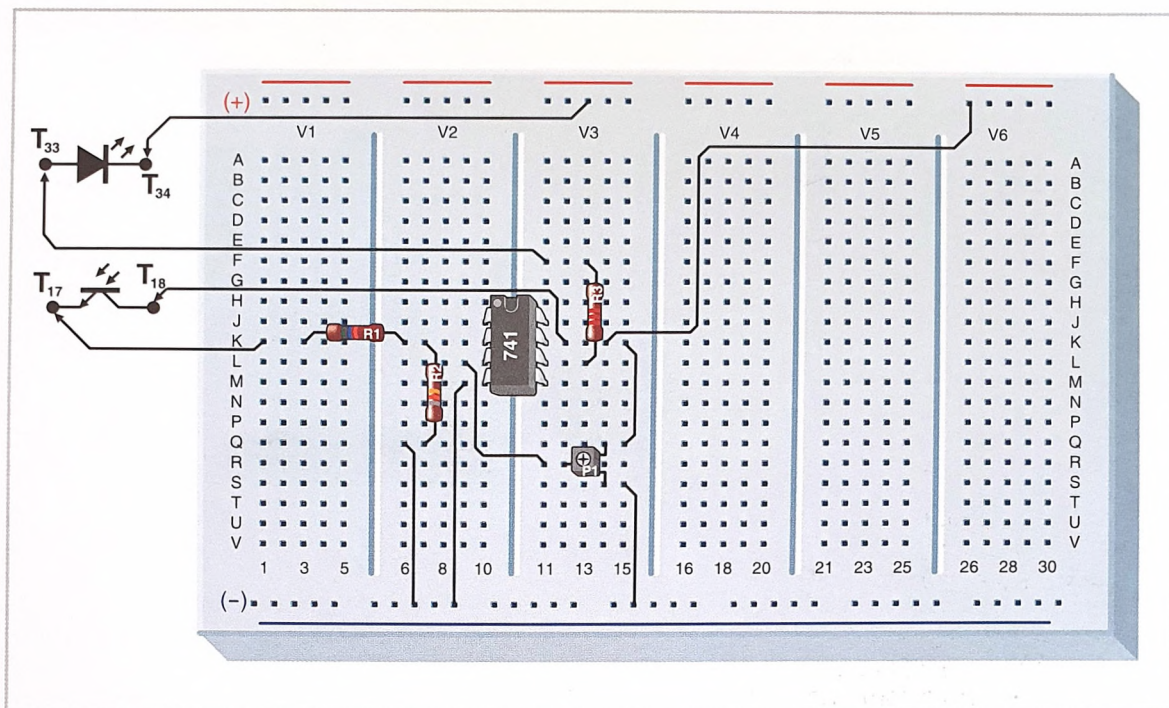
Regolato il circuito oscillatore per conseguire un periodo di mezzo minuto, il circuito ci indicherà il tempo trascorso dalla connessione. Abbiamo anche disposto un pulsante RESET per azzerare il temporizzatore nel caso volessimo iniziare un nuovo conteggio del tempo.

Il primo diodo viene collegato all'uscita Q1 in modo da indicare il conteggio dopo 30 secondi.

Esperimenti

Il circuito ci permette di realizzare il conteggio dei tempi ogni mezzo minuto, ma possiamo variare questo valore semplicemente cambiando i componenti del temporizzatore. In pratica, è possibile variare le resistenze R2, R3 o il condensatore C1. In questo modo, grazie alle dovute sostituzioni da effettuare nella formula, possiamo riuscire a ottenere tempi da 1 minuto, mettendo in parallelo con C1 un condensatore da 10 µF e aumentando qualche resistenza. Abbassando i valori, possiamo ottenere tempi minori.

Rilevatore di oscurità

Quando il livello di luce risulta insufficiente, il diodo LED si illumina.

Questo circuito è utilissimo per indicarci eventuali abbassamenti del livello di illuminazione. Il diodo LED indica che il livello d'illuminazione è al di sotto di un determinato livello prefissato mediante il potenziometro P1. Se il livello di luce, invece, è superiore, il diodo LED rimane spento.

Il circuito

Il circuito base è costituito da un comparatore costruito con un amplificatore operazionale 741. Alla sua uscita si collega un diodo LED, con una resistenza limitatrice. Il catodo del LED viene collegato al terminale V3 – utilizzato in questo caso come punto centrale dell'alimentazione simmetrica – prendendo come tensione positiva V6 e come tensione negativa (-). Il circuito deve essere alimentato dalla tensione fornita dal laboratorio: se si utilizza un'alimentazione esterna, invece, non funziona.

In questo caso, la tensione di riferimento del comparatore viene applicata al terminale 3 dell'operazionale e viene fornita dal cursore del potenziometro i cui estremi sono collegati, rispettivamente, alle tensioni positiva (V6) e negativa (-) dell'alimentazione. Si riesce, così, ad ottenere il maggiore campo di regolazione. Il fototransistor viene collegato alle due estremità dell'alimentazione. La corrente che circola attraverso le resistenze R1 e R2 dipende dalla quantità di luce incidente il fototransistor; essa determina il livello di tensione del terminale 2 dell'amplificatore operazionale. Quando il livello di tensione presente in questo terminale supera il livello della tensione presente nel terminale 3 dello stesso amplificatore operazionale, l'uscita dell'amplificatore operazionale diventa negativa rispetto a V3 e il diodo LED si spegne.

Possiamo utilizzarlo come segnale luminoso

Esperimento 1

Una volta montato il circuito, il cursore del potenziometro va regolato approssimativamente a metà del suo percorso e le alimentazioni del circuito – V6, V3 e (-) – vanno collegate. Se il livello d'illuminazione risulta sufficiente, il diodo LED rimarrà spento. Copriamo con una mano, o con qualcosa di scuro, il fototransistor così da evitare che la luce possa passare. Il diodo LED si deve illuminare; se non doves-

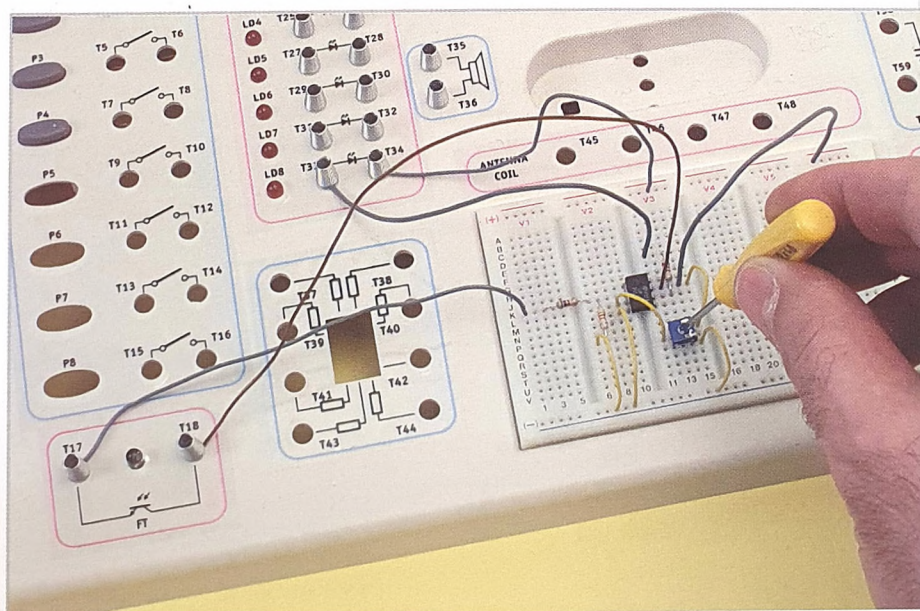
Rilevatore di oscurità

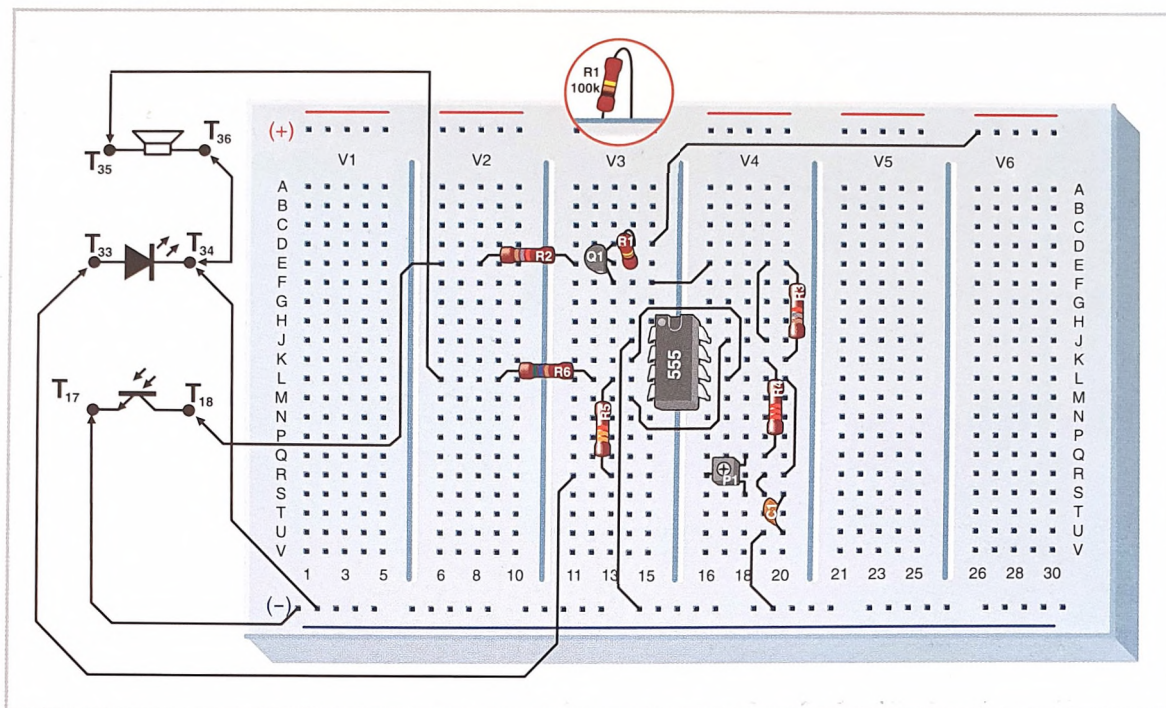
COMPONENTI	
R1	5K6
R2	82 K
R3	2K2
P1	100 K
U1	741
LD8	
FT	

se accadere, dobbiamo rivedere le connessioni effettuate. La sensibilità del circuito può venire regolata variando, grazie al potenziometro di regolazione P1, il riferimento del comparatore.

Al buio il diodo LED si accende.

Esperimento 2

Possiamo esercitarci cambiando i valori delle resistenze R1 e R2; la loro somma deve, comunque, essere sempre superiore a 68 K. La resistenza R3 ha un valore di 2K2, in modo che il consumo risulti minimo – circa 2 mA –, ma se vogliamo un'indicazione più facilmente osservabile, possiamo aumentare l'illuminazione del LED sostituendo questa resistenza con un'altra con un minor valore ohmico. Se, per esempio, si utilizza una resistenza da 470 Ω, attraverso il LED circolerà una corrente di circa 8 mA.

Allarme in presenza di luce

Indicatore acustico e luminoso dell'intensità della luce.

Quando un apparecchio viene alimentato con le pile, è importantissimo che il consumo sia minimo. Alcuni apparecchi devono funzionare soltanto in determinati momenti, ma il fatto che debbano rimanere "vigili" per tutto il tempo, ci obbliga a mantenere attiva l'alimentazione e a consumare l'energia della pila. Il circuito ora proposto è un indicatore della presenza della luce. Utilizza la luce per attivarsi e al buio si scollega automaticamente e, quindi, non consuma energia. Quando il LED è "oscurato", il consumo è inferiore a 1 mA. Invece, in presenza della luce, l'astabile a cui è collegato si attiva, il diodo LED si illumina e viene emesso un suono la cui frequenza è regolabile. Nel nostro caso, si tratta di effettuare degli esperimenti, ma, in pratica, il fototransistor potrebbe, per esempio, essere situato in un'abitazione o in una cantina per avvisarci se qualcuno accende la luce.

Il circuito

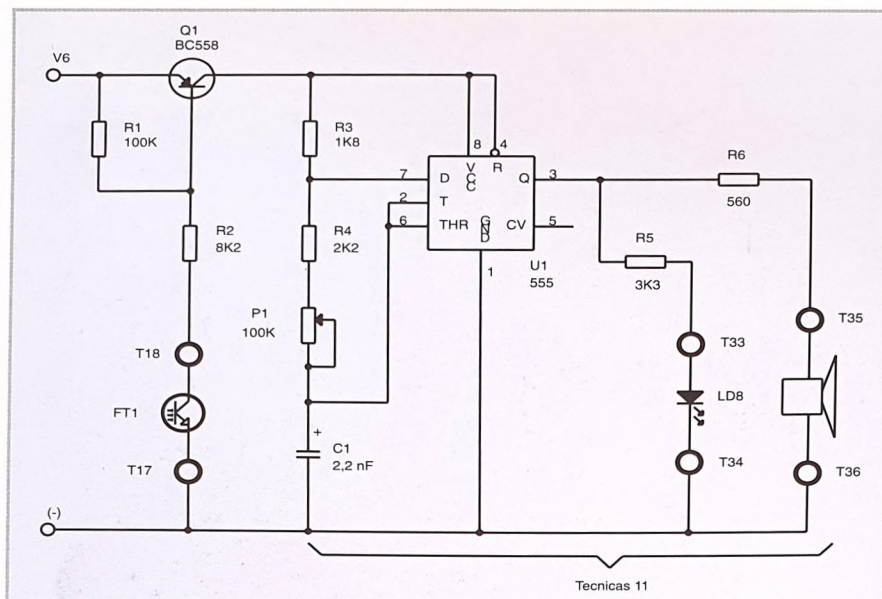
Il circuito è costituito da due parti chiaramente differenziate, di cui una è un oscillatore astabile, costruito con un 555 (lo abbiamo studiato in "TECNICHE 5") che, quando riceve l'alimentazione attraverso i suoi terminali 4 e 8, illumina un diodo LED e, tramite un altoparlante, emette un suono, la cui frequenza possiamo regolare.

L'altra parte è formata da un interruttore elettronico attivato dalla luce. Quest'ultimo consiste, in pratica, di un transistor NPN modello BC558, che rimane inattivo, e quindi non conduce, finché non possiede sufficienti corrente e tensione. I livelli di queste ultime si raggiungono grazie alle resistenze di polarizzazione R1 e R2; quando la resistenza R2 si collega al negativo dell'alimentazione, terminale (-) del laboratorio, il transistor Q1 conduce consentendo il passaggio della corrente fino al circuito integrato 555; in questo modo si attiva l'astabile, il diodo LED si illumina e l'altoparlante si attiva.

Al buio non consuma

Il fototransistor

La connessione al negativo dell'alimentazione viene realizzata attraverso il fototransistor, cosicché quando quest'ultimo riceve luce, inizia a condurre e di conseguenza attraverso la resistenza circola corrente polarizzando la base del transistor Q1, che entra in stato di conduzione. In assenza di luce, o

Allarme in presenza di luce

COMPONENTI	
R1	100 K
R2	8K2
R3	1K8
R4	2K2
R5	3K3
R6	560 Ω
P1	100 K
C1	2,2 nF
Q1	BC558
U1	555
FT	
ALTOPARLANTE	
LD8	

quando non c'è abbastanza luce, attraverso la resistenza R2 non circola corrente sufficiente a polarizzare il transistor Q1; quindi, quest'ultimo non conduce e l'astabile rimane senza alimentazione.

Telecomandi

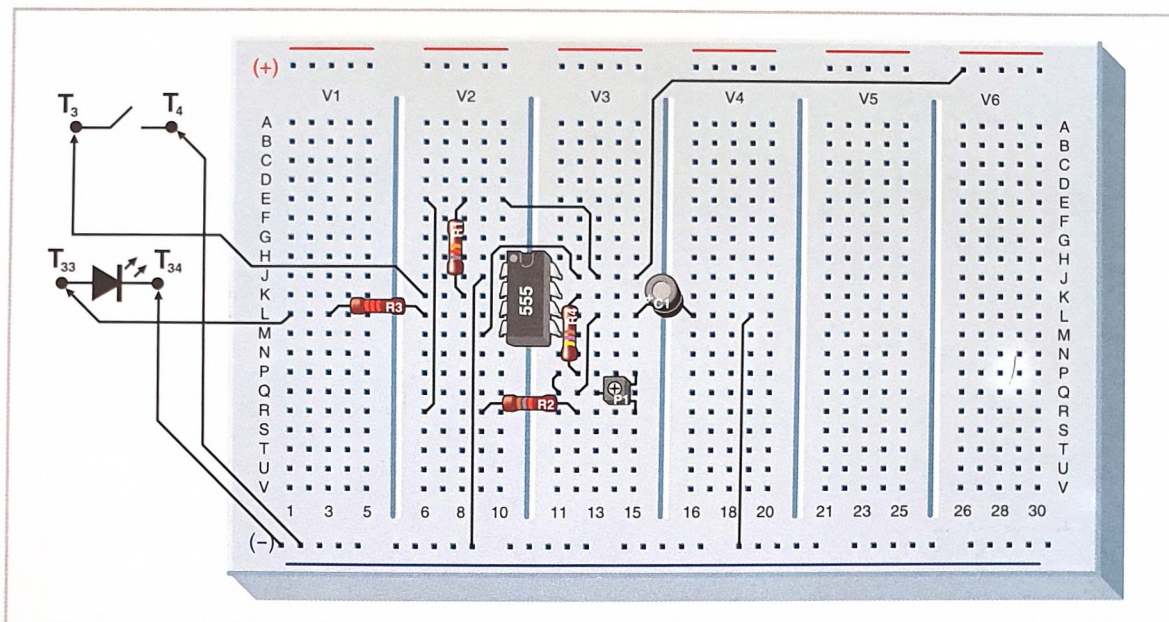
Questo circuito può essere utilizzato anche per verificare se i telecomandi emettono la radiazione infrarossa oppure no. È normale che alcuni telecomandi si guastino; le avarie possono essere di due tipi: le pile si esauriscono oppure qualche tasto non funziona. Si direziona il telecomando verso il fototransistor, di fronte al televisore; lo si deve direzionare verticalmente in modo che incida bene sulla parte sensibile del fototransistor. Possiamo iniziare da una distanza di circa 10 cm e allontanarci poco a poco: la sensibilità di un circuito come questo non è molta, ma è sufficiente a verificare se il telecomando ha un'emissione sufficiente a produrre raggi infrarossi e in tal caso avremo un'indicazione sia acustica che luminosa, oppure no.

Indicatore a basso consumo a riposo.

Esperimento

Con questo circuito e un telecomando faremo un giochetto: in un appartamento al buio, collochiamo due persone, a una diamo il circuito, mentre all'altra diamo il telecomando. La persona in possesso del circuito si sposterà, l'altra, invece, cercherà di localizzarla con il telecomando. Quando ci riuscirà, l'altoparlante emetterà un suono e il LED lampeggerà.

Temporizzatore a lunga durata

È un monostabile dotato di un 555 adattato per molte forme di temporizzazioni.

Grazie a questo circuito, possiamo ottenere temporizzazioni che vanno da 1 secondo a 20 minuti circa, cambiando soltanto il valore di una resistenza. Dispone di un potenziometro con cui si riesce ad avere una regolazione di 1 minuto tra il massimo e il minimo.

Il circuito

Il circuito è "classicissimo": è un monostabile con un 555. I cataloghi dei fabbricanti ci ricordano che il transistor interno che scarica il condensatore non deve assorbire più di 200 mA e raccomandano di limitare il condensatore della temporizzazione, C1, a soli 100 µF. Un valore così basso, però, ci costringerà a utilizzare per la resistenza valori molto alti così da ottenere tempi lunghi; inoltre, per utilizzare un campo ragionevole di regolazione dovremmo avvalerci di un potenziometro regolatore di maggior valore. Per poter usare dei condensatori più capaci, nel percorso di scarica si inserisce una resistenza da 470 Ω che limita la corrente di scarica del condensatore.

Il montaggio

Il montaggio deve essere attentamente eseguito, rispettando l'orientamento del circuito integrato e la polarità del condensatore elettrolitico. Collegando momentaneamente il terminale 3 al negativo dell'alimentazione si accende il circuito. Possiamo eseguire la connessione sia con un circuito esterno sia con un pulsante, che utilizzeremo per verificare il funzionamento del circuito. Possiamo utilizzare l'uscita per attivare un altro circuito oppure per collegarvi un diodo LED che ne verifichi il funzionamento.

Esperimento 1

Per R2 utilizziamo il valore iniziale di 1K8. Se applichiamo la formula T = 1,1•(R2 + P)•C, dobbiamo ricordarci che la resistenza va espressa in Ohm, mentre la capacità in Faraday. Se facciamo due calcoli, quindi, uno per il potenziometro regolato a 0 e un altro per la regolazione a 100 K, avremo dei tempi teorici tra 0,9 e 53 secondi. In realtà, questi tempi sono solitamente maggiori, anche se di poco. Ruotando il cursore del potenziometro, possiamo ottenere un qualsiasi valore intermedio. L'inizio del conteggio del tempo viene misurato da quando si accende il LED a quando si spegne; l'attivazione del circuito avviene premendo P2.

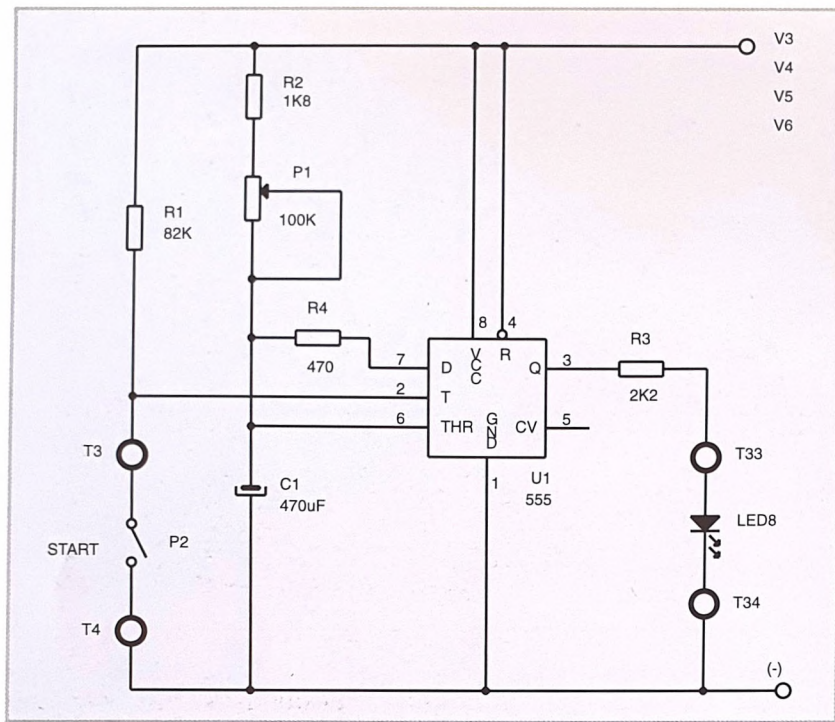
Temporizzatore a misura

Esperimento 2

Se togliamo la resistenza da 1K8 e la sostituiamo con un'altra da 100 K, si avranno, grazie alla regola-

Temporizzatore a lunga durata

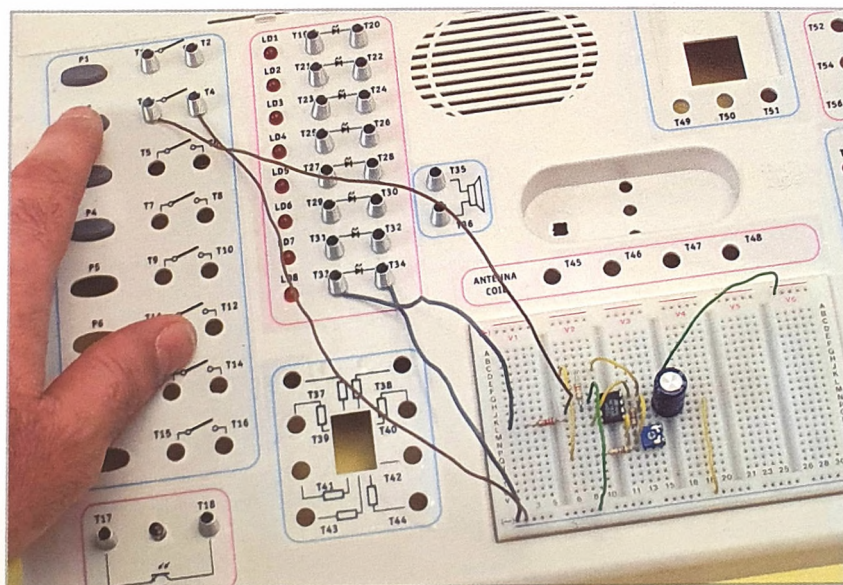
zione con il potenziometro P1, temporizzazioni tra 1 e 2 minuti circa. Se non volessimo fare dei calcoli, possiamo stimare che per ogni 100 K aggiunti a R2, i tempi aumentano, sia con il potenziometro ruotato al massimo che al minimo, di 1 minuto.

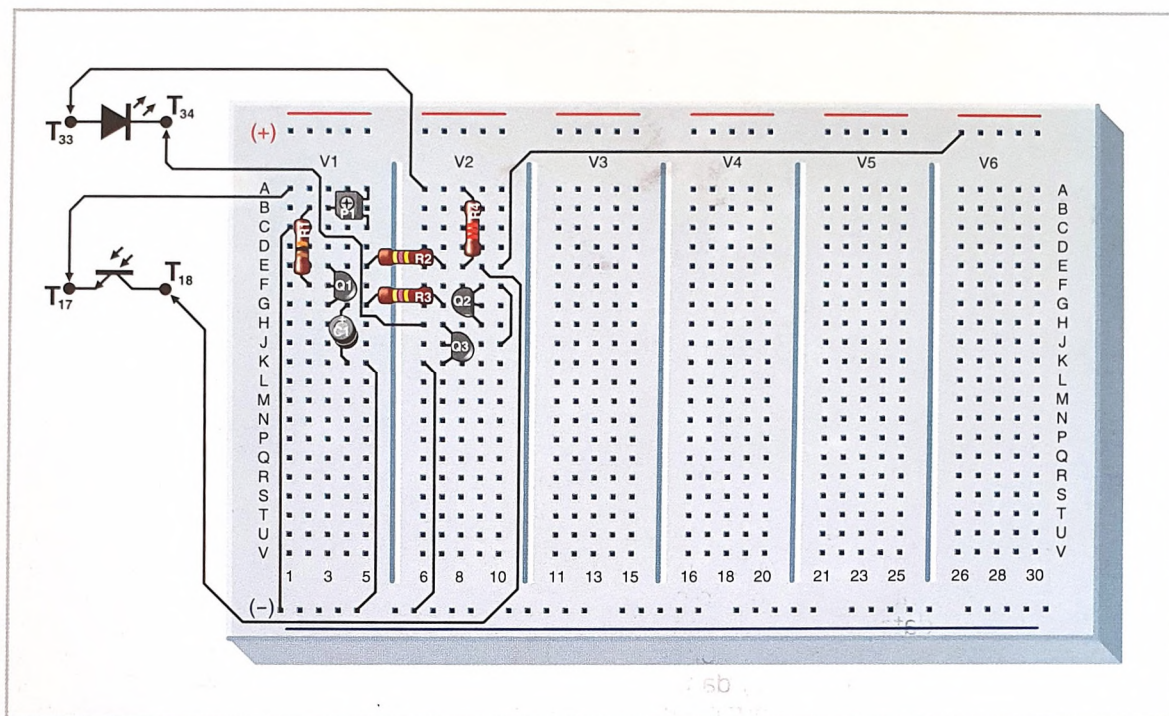
Temporizzatore a misura

COMPONENTI	
R1	82 K
R2	1K8
R3	2K2
R4	470 Ω
P1	100 K
C1	470 µF
U1	555
LD8	
P2	

Esperimento 3

Utilizzando per R2 il valore di 1M, si ottiene una temporizzazione regolabile tra i 9 e 10 minuti circa. Può succedere che con i valori disponibili della resistenza non si ottenga la temporizzazione voluta; in tal caso, possiamo sostituire la resistenza da 1K8 con una combinazione di due resistenze in serie. Con due resistenze da 1M, ad esempio, si possono raggiungere i 20 minuti.

Esperimento 4

Un'altra soluzione per aumentare il tempo di accensione del LED è quella di collegare i condensatori in parallelo. Metteremo in parallelo un condensatore da 22 µF, collegando il positivo al positivo e il negativo al negativo e rispettandone la polarità. Per verificare l'effetto ottenuto, risulta più agevole l'utilizzo di valori bassi per la resistenza e anche l'aiuto di un cronometro, o almeno di un orologio che segni i secondi, per misurare il tempo. I condensatori elettrolitici hanno, solitamente, una tolleranza del 20% e ciò genera delle piccole differenze tra i tempi reali e quelli calcolati teoricamente.

Flip-flop temporizzato

Il LED si illumina quando il circuito riceve l'illuminazione e rimane illuminato per un po' di tempo dopo che l'illuminazione è finita.

Questo circuito è stato pensato per lavorare in luoghi bui e in stato di riposo il LED rimane spento. Quando il circuito riceve della luce, il diodo LED si illumina rapidamente e così rimane finché perdura l'illuminazione. Quando l'illuminazione cessa, il diodo LED rimane acceso: si spegne dopo un periodo di tempo che dipende dai componenti utilizzati.

Il circuito

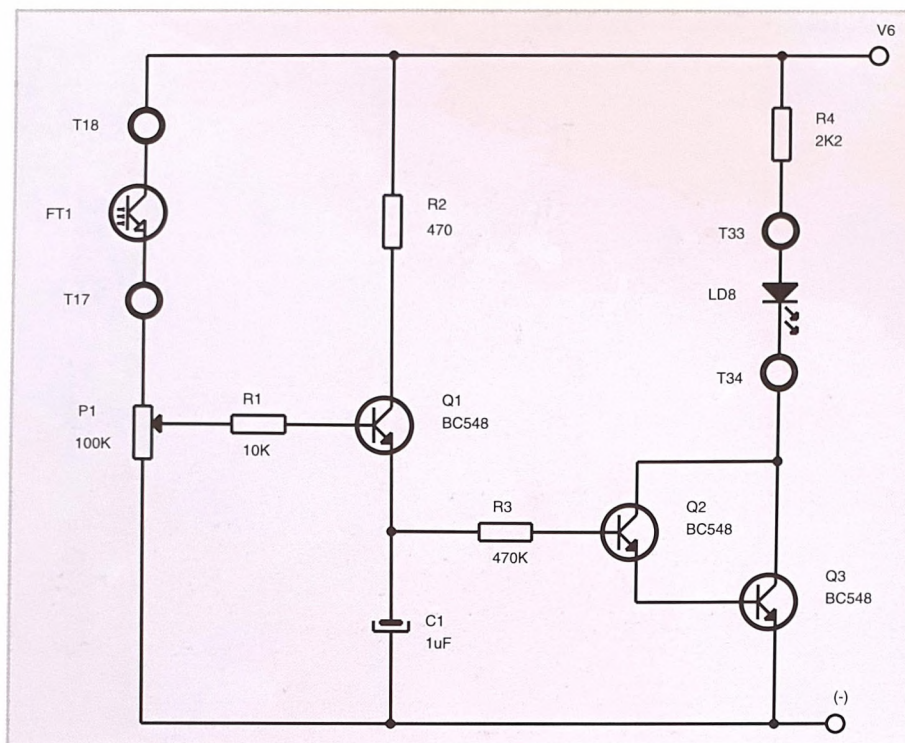
Il circuito è composto da varie parti. In questo caso – e contrariamente al solito – iniziamo a descriverlo dalla fine. Osservando lo schema, vediamo un diodo LED con la sua corrispondente resistenza di polarizzazione R4. Quando circola corrente attraverso il transistor Q3, il diodo LED si illumina. I transistor Q2 e Q3 sono collegati in un modo molto comune in elettronica, nella cosiddetta configurazione Darlington: funzionano come se fossero un unico transistor, ma il loro guadagno ne risulta moltiplicato e, quindi, riescono a condurre anche con una corrente di base molto bassa. Perché questa coppia di transistor conduca – e riesca a pilotare il diodo LED – deve circolare attraverso la resistenza R3 una corrente di base.

Mantiene un flip-flop attivo per un po' di tempo dopo che l'illuminazione è finita.

Questa resistenza è unita da un lato al condensatore C1 e dall'altro all'emettitore del transistor Q1. Possiamo dedurre dallo schema che il transistor Q1 eroga la corrente di base e della carica del condensatore C1. Il transistor Q1 conduce quando ha una sufficiente corrente di base e ciò succede quando il fototransistor conduce per effetto di una illuminazione sufficiente. Il potenziometro P1 consente di regolare la sensibilità del circuito per quanto la riguarda. La resistenza R2 limita la corrente che circola attraverso il collettore di Q1 quando è in conduzione.

Esperimento 1

Una volta montato il circuito, si regola il cursore del potenziometro a circa metà del percorso; si copre il fototransistor e si collega

Flip-flop temporizzato

COMPONENTI	
R1	10 K
R2	470 Ω
R3	470 K
R4	2K2
P1	100 K
Q1, Q2, Q3, BC548	
LD8	
FT	

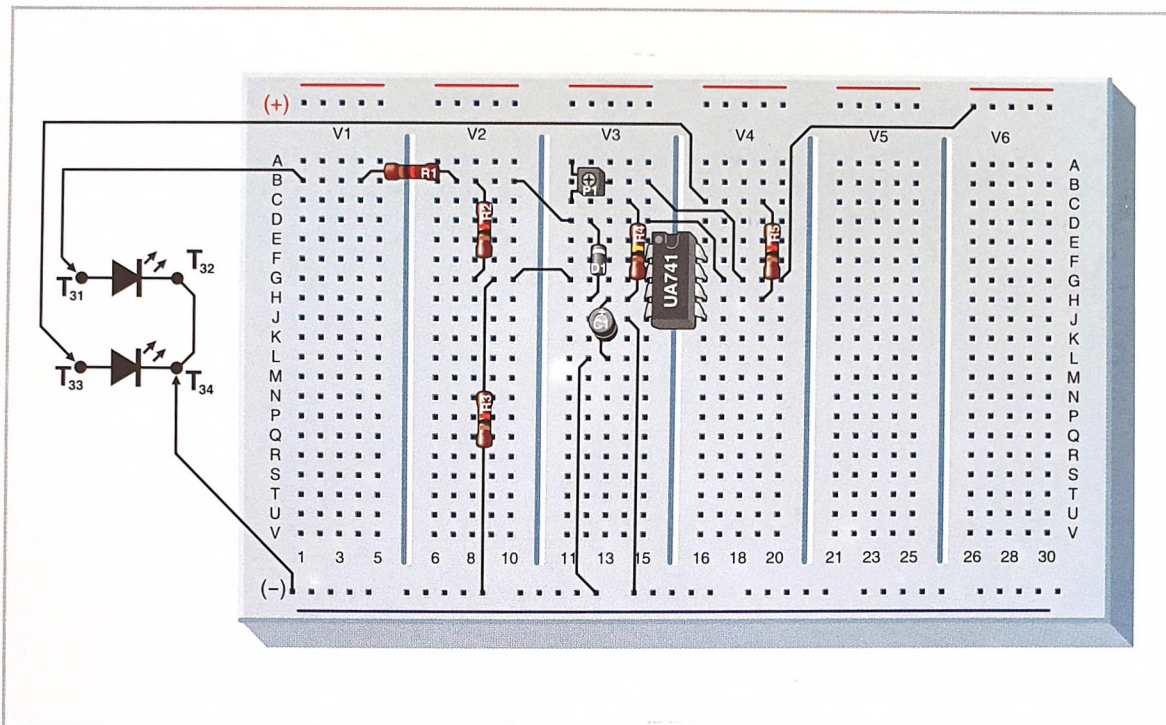
l'alimentazione. Se il fototransistor è oscurato, il LED rimarrà spento, ma se riceve della luce, quest'ultimo si illuminerà. Coprendo nuovamente il fototransistor, si vedrà che il LED rimarrà acceso per un determinato periodo di tempo. Ciò è dovuto al fatto che il condensatore C1 si carica molto rapidamente mediante la resistenza da 470Ω, ma si scarica lentamente attraverso la resistenza da 470K, perché Q2 consuma pochissima corrente.

Il diodo LED rimane illuminato un po' di tempo dopo che la luce si è spenta.

Esperimento 2

La capacità del condensatore C1 determina il tempo in cui il LED rimane illuminato; possiamo verificarlo con un condensatore da 100 nF, per vederne il funzionamento. Per temporizzazioni maggiori possiamo utilizzare 10 μF, 22 μF, 470 μF e, orologio alla mano, aspettare che si spenga dopo aver coperto il transistor. Iniziamo la prova con il condensatore da 100 nF per assicurarci che il LED sia ben coperto. Il condensatore da 470 μF è l'ideale per lasciare una piccola luce accesa nella camera dei bambini che si spenga poco dopo aver spento la luce principale.

LED ad accensione ritardata

Un LED si illumina quando si collega l'alimentazione, mentre l'altro si illumina dopo alcuni secondi.

Un modo con cui possiamo ottenere un ritardo all'accensione è l'utilizzo di un circuito RC e di un comparatore. A volte è necessario che una parte del circuito inizi a funzionare dopo un determinato periodo di tempo da quando è stata collegata l'alimentazione.

Il circuito

Il circuito possiede un LED, LD7, polarizzato con una resistenza R1, che si illumina direttamente con l'alimentazione. L'altra parte del circuito è un comparatore costruito con un 741.

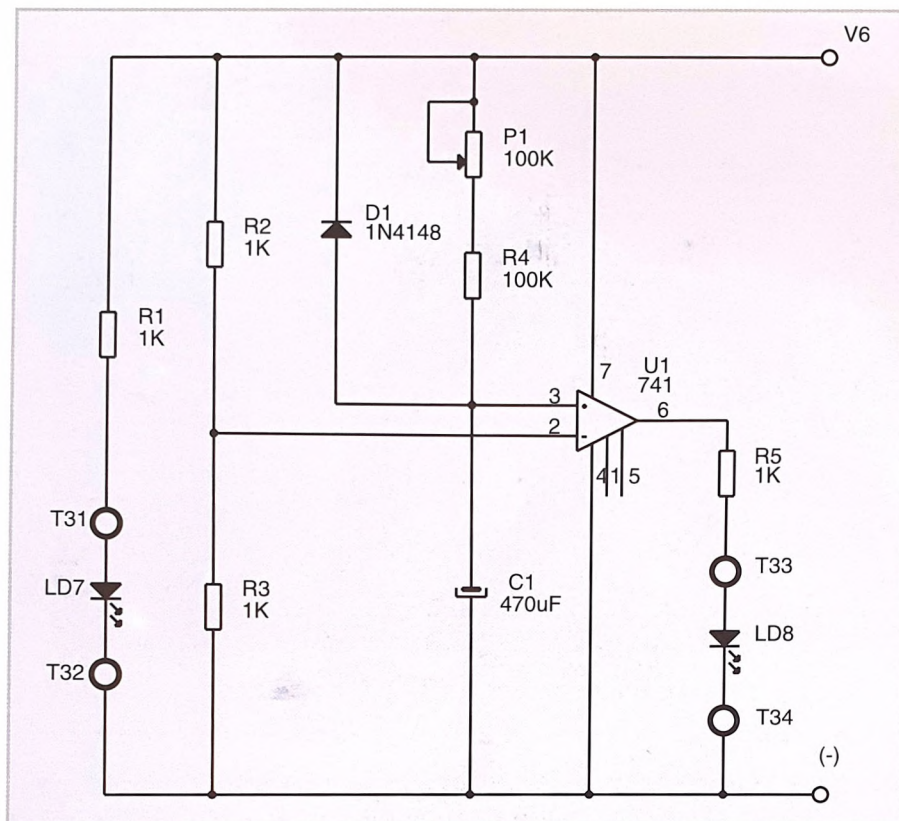
Il riferimento della tensione lo si ottiene dall'alimentazione: utilizzando un divisore di tensione formato dalle resistenze R2 e R3, si ottiene nel punto di unione delle due tensioni una tensione che sarà approssimativamente la metà della tensione dell'alimentazione. Questa tensione è il riferimento che collega all'entrata invertente dell'amplificatore operazionale. La tensione all'entrata non invertente dipende dalla carica del condensatore C1. Quando il circuito non è alimentato la tensione è 0. Se si collega l'alimentazione, però, il condensatore inizia a caricarsi attraverso la resistenza R4 e il potenziometro P1. Il diodo LED, LD8, all'inizio è spento e così rimane finché la tensione all'entrata invertente, presente sul terminale 3 del circuito integrato, supera quella di riferimento collegata all'entrata invertente; tutto ciò succede quando il livello di tensione nel condensatore supera i 4,5 Volt circa.

Il ritardo è basato su un circuito RC

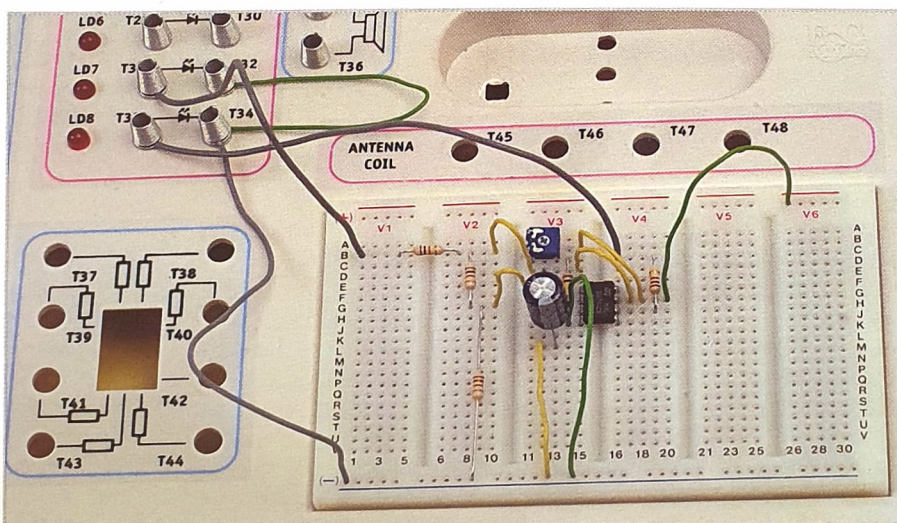
Quando si supera il riferimento, l'uscita dell'operazionale passa a livello alto e il diodo LED LD8 si illumina, rimanendo acceso finché l'alimentazione perdura.

Esperimento 1

Una volta montati sulla piastra dei prototipi tutti i componenti e dopo aver realizzato le rimanenti connessioni, si alimenta il circuito e si cronometra quanto impiega ad accendersi il secondo LED. Si ripetono le misurazioni per tutte le varie posizioni del cursore del potenziometro P1. Se per C1 si utilizza un valore di capacità minore, per esempio 10 μF, si può osservare il medesimo effetto, ma con un ritardo molto minore.

LED ad accensione ritardata

COMPONENTI	
R1, R2, R3, R5	1 K
R4	100 K
P1	100 K
C1	470 µF
D1	1N4148
U1	741
LD7, LD8	
FT	

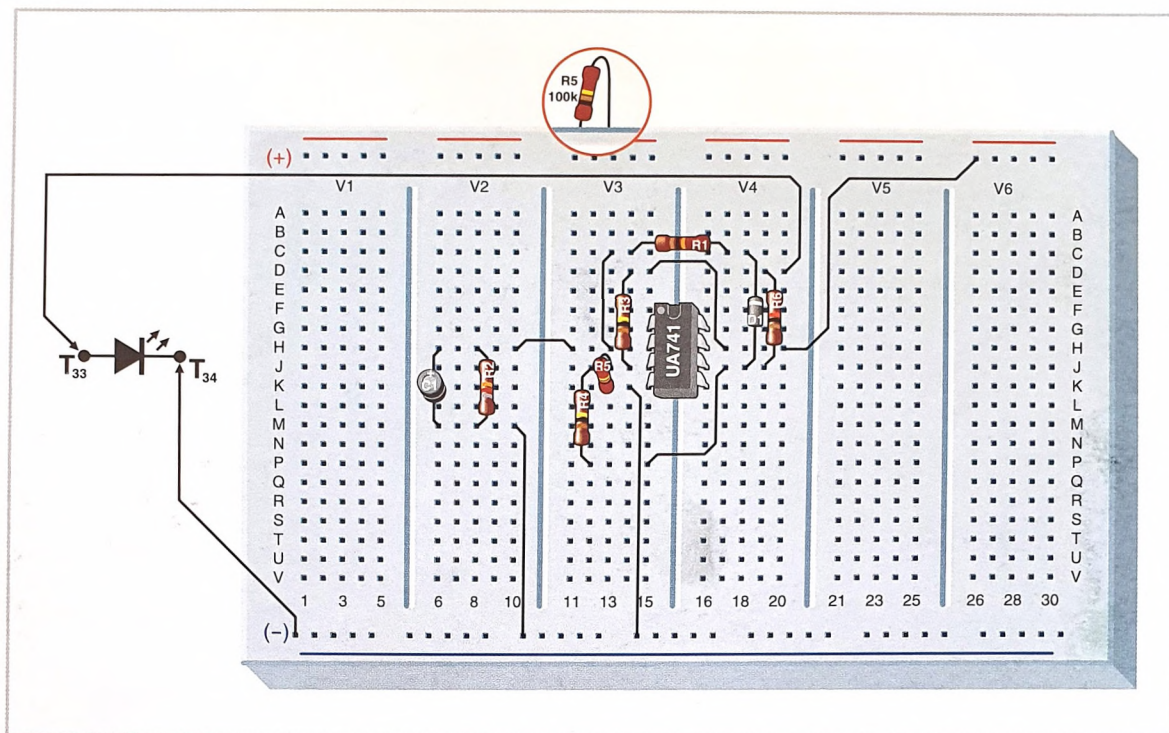
Esperimento 2

Si può realizzare anche un giochino, abbastanza divertente da fare con qualche amico, che consiste nel ruotare il potenziometro e nell'indovinare quanto tempo passerà prima che il LED LD8 si illumini da quando colleghiamo l'alimentazione.

Il diodo LED LD8 si illumina in ritardo.

Esperimento 3

Questo circuito si utilizza normalmente per temporizzazioni lunghe, ma può anche succedere che sia necessario spegnere il LED. Per far ciò basta unire con due fili i terminali di uno dei pulsanti alle connessioni del condensatore C1; in questo modo si scarica il condensatore e il LED LD8 si spegne immediatamente.

Flash con diodo LED

Questo circuito emette dei lampeggiamenti.

Qualche volta ci sarà successo che di notte non riusciamo a trovare l'interruttore della luce al primo tentativo. Con questo circuito possiamo evitare che questa situazione continui a ripetersi; possiamo collocare il suo LED vicino al nostro interruttore. La miglior maniera di attrarre l'attenzione nel buio della notte è quella di illuminarla con dei lampeggiamenti.

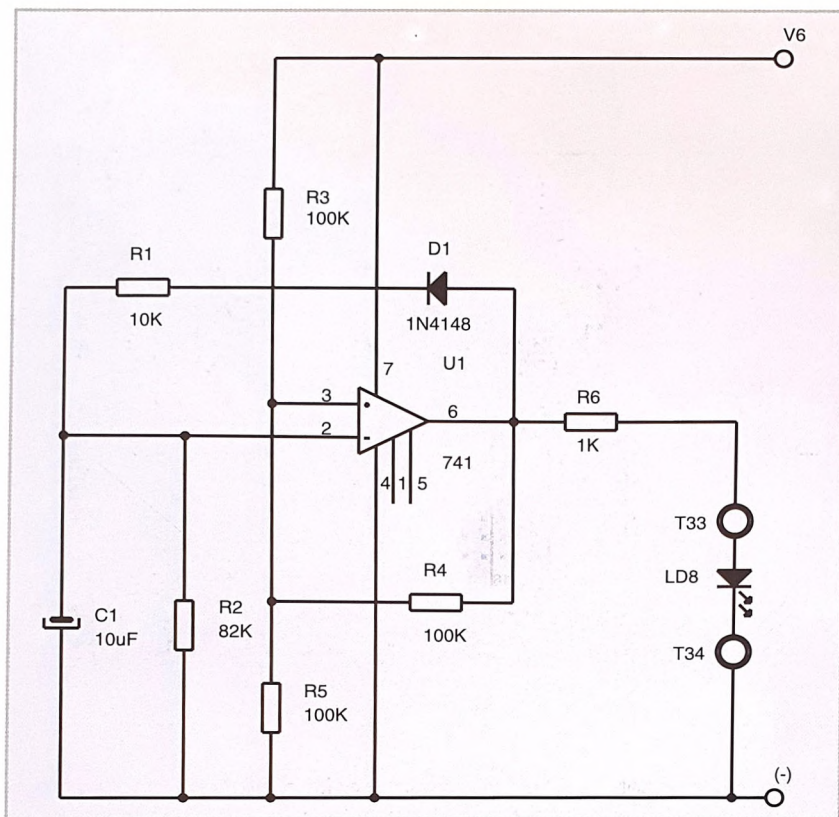
Il circuito

Il circuito è formato da un comparatore, realizzato con un amplificatore operazionale (il 741), montato in una configurazione un po' particolare. Un circuito comparatore compara la tensione che c'è tra i terminali d'entrata 2 e 3 dell'operazionale. Quando la tensione è maggiore nel terminale d'entrata positivo (+), terminale 3, l'uscita è a livello alto e quando la tensione è maggiore nel terminale dell'entrata invertente, terminale 2, l'uscita passa a zero. Questa uscita si produce, ad esempio, quando il circuito è alimentato con una tensione asimmetrica. Partendo da ciò, stabiliamo che la tensione nel terminale 3 (entrata positiva) dell'operazionale sia fissa perché viene ottenuta dal divisore della tensione R3-R5. Il condensatore determina la tensione nel terminale 2 (entrata negativa) dell'operazionale. Il diodo serve a far sì che quando l'uscita è a livello alto – la qual cosa si verifica se la tensione nel terminale 3 del 741 è maggiore di quella nel terminale 2–, consenta la carica del condensatore attraverso la resistenza R1 finché la sua uscita supera quella dell'entrata positiva dell'operazionale e l'uscita passa dal livello alto a cui era a livello basso. Il condensatore si scaricherà attraverso R2 e il processo iniziale ricomincia da capo.

Il lampeggiamento è breve perché al buio si vede meglio

Funzionamento

Quando si collega l'alimentazione, il condensatore C1 è scarico; la tensione fra i suoi estremi, quindi, è 0 Volt, uguale alla tensione esistente all'entrata negativa dell'operazionale. Non appena all'entrata positiva c'è la tensione data dal divisore R3-R5, l'uscita passerà al livello alto e il diodo LED si illuminerà. Il livello alto permette al condensa-

Flash con diodo LED

COMPONENTI	
R1	10 K
R2	82 K
R3, R4, R5	100 K
R6	1 K
C1	10 µF
D1	1N4148
U1	741
LD8	

tore di caricarsi attraverso il diodo D1 e la resistenza R1. Nel momento in cui la tensione tra i suoi estremi supera quella dell'entrata positiva, l'uscita passerà a zero e il diodo LED si spegnerà.

Il circuito, collegando l'alimentazione, funziona ininterrottamente.

Il condensatore, in questo preciso istante, inizia a scaricarsi abbastanza rapidamente per mezzo di R2. Una volta scaricato, l'uscita dell'operazionale passerà a livello alto e inizierà nuovamente il processo di caricamento. Pertanto, il diodo LED si accende e si spegne rapidamente.

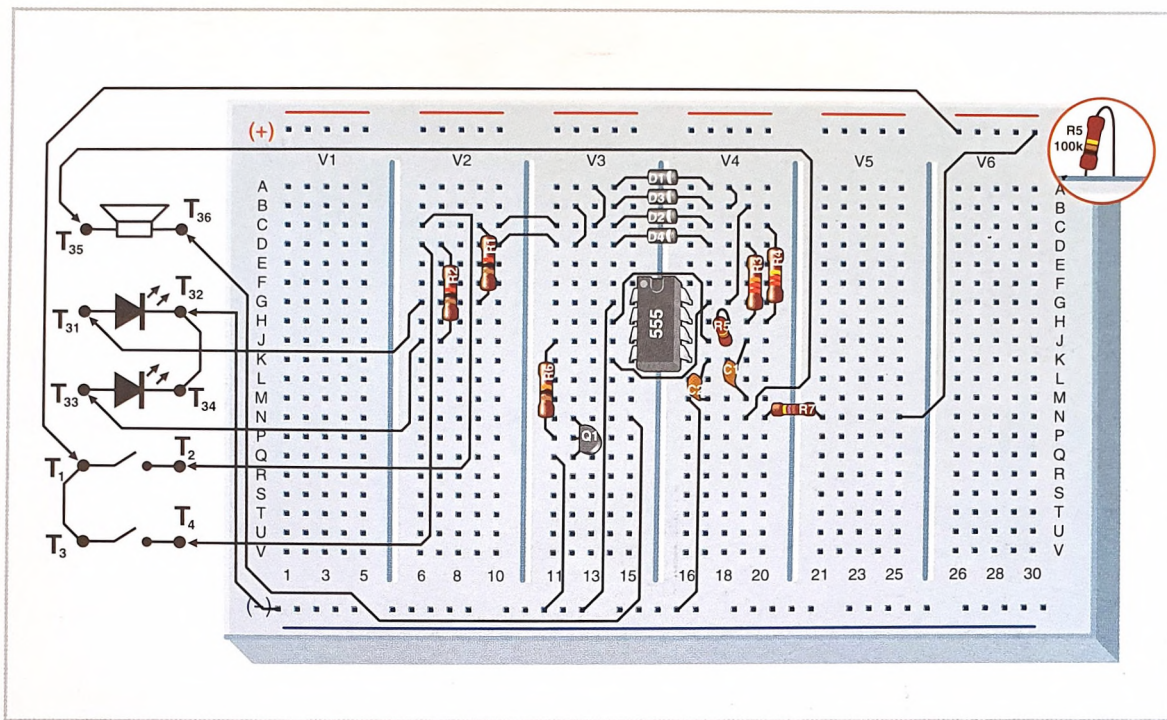
Esperimento 1

Abbiamo intenzione di modificare il periodo di tempo in cui il diodo LED rimane acceso: a tale scopo, cambiamo la resistenza R1 o R5 del divisore. Se vogliamo che il diodo LED stia acceso più a lungo, aumenteremo una qualunque delle resistenze. Se, invece, vogliamo che rimanga acceso per un periodo minore di tempo, diminuiremo le suddette resistenze. Se vogliamo aumentare il tempo in cui il diodo rimane spento, possiamo aumentare R2. Questa resistenza non ammette molte variazioni, perché mediante R1 si produce una immediata iniezione di corrente; ci permette, però, di verificare gli effetti prodotti.

Esperimento 2

Riducendo la sua resistenza di polarizzazione R6, possiamo aumentare la luminosità del diodo. Il valore non potrà essere troppo piccolo, perché l'operazionale si sovraccaricherebbe e potrebbe esserne distrutto.

Un campanello per due porte

Si capisce quale porta si sta aprendo perché il suono è differente.

Il circuito mostra come costruire un campanello per due differenti porte. In questo modo, riceviamo l'avviso di chiamata con un diverso suono a seconda se si pigia il pulsante del campanello di una porta o dell'altra. Simultaneamente, inoltre, si illumina anche un diverso diodo LED per ciascuna porta.

Il circuito

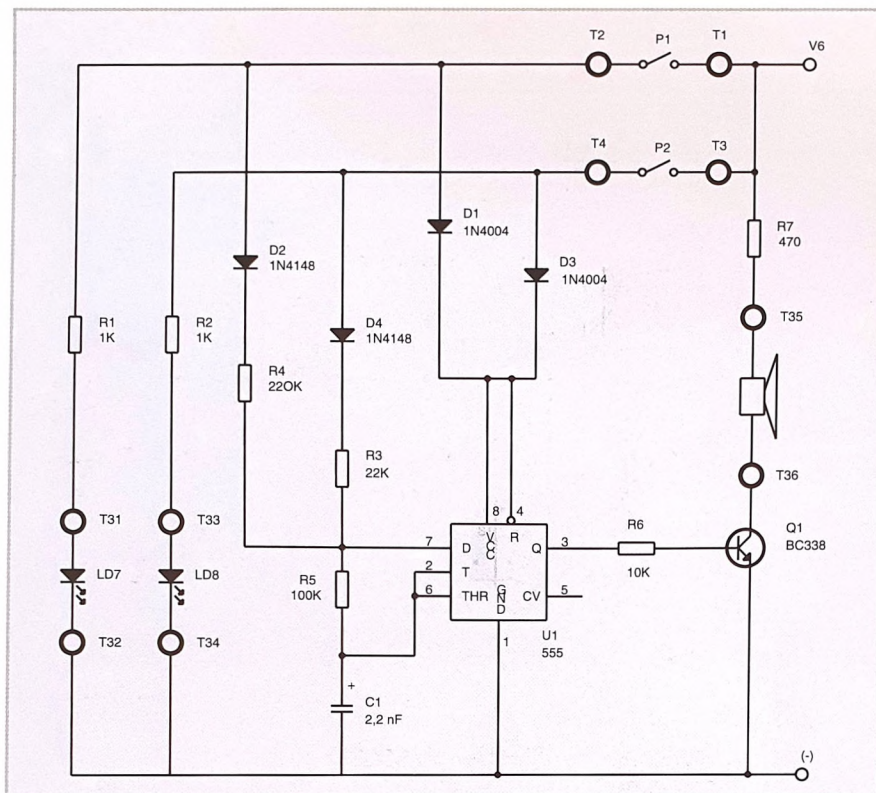
Il circuito è basato su un astabile, costruito con il popolare integrato temporizzatore 555, ma configurato cosicché una delle resistenze che ne determinano la frequenza di oscillazione cambi se viene premuto un pulsante invece dell'altro. I diodi D2 e D4 hanno il compito di rendere indipendenti i due circuiti del campanello: in un caso si utilizza la resistenza R4 e nell'altro la R3, ottenendo, così, un differente suono. I diodi D1 e D4 vengono utilizzati per applicare l'alimentazione al circuito ed evitare la simultanea accensione dei due diodi LED, rendendone indipendenti i circuiti d'alimentazione.

Il circuito ha il vantaggio di poter essere alimentato a pile, cosicché quando è in attesa non consuma perché il circuito integrato non è alimentato e l'altro possibile percorso, che è il transistor Q1, non è praticabile perché il transistor Q1 è in stato di interdizione non avendo sufficiente tensione per iniziare a condurre. Questo transistor è del tipo "Darlington", e pertanto è ad alto guadagno e per iniziare a condurre necessita di pochissima corrente di base.

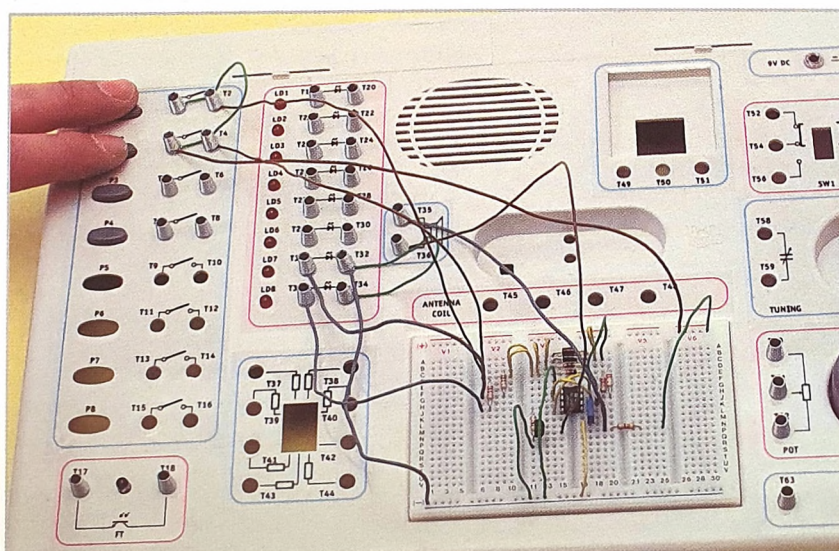
Si accende un LED per ciascuna porta

Esperimento 1

Si potrebbe effettuare un montaggio reale collegando due pulsanti di campanello, ma per sperimentare con il circuito utilizzeremo i pulsanti P1 e P2 del laboratorio. Premendo P1, l'integrato per mezzo del diodo D1, si alimenta e il condensatore dell'oscillatore attraverso D2 si carica, si illumina LD7 e si ode un suono emesso dall'altoparlante. Se liberiamo P1 e premiamo P2, saranno i diodi D3 e D4 a condurre, si accenderà il LED LD8 e si ascolterà un suono, anche se diverso rispetto a quello di prima.

Un campanello per due porte

COMPONENTI	
R1, R2	1 K
R3	22 K
R4	220 K
R5	100 K
R6	10 K
R7	470 Ω
C1	2,2 nF
D1, D3	1N4148
D2, D4	1N4004
Q1	BC338
U1	555
P1, P2	
LD7, LD8	
ALTOPARLANTE	

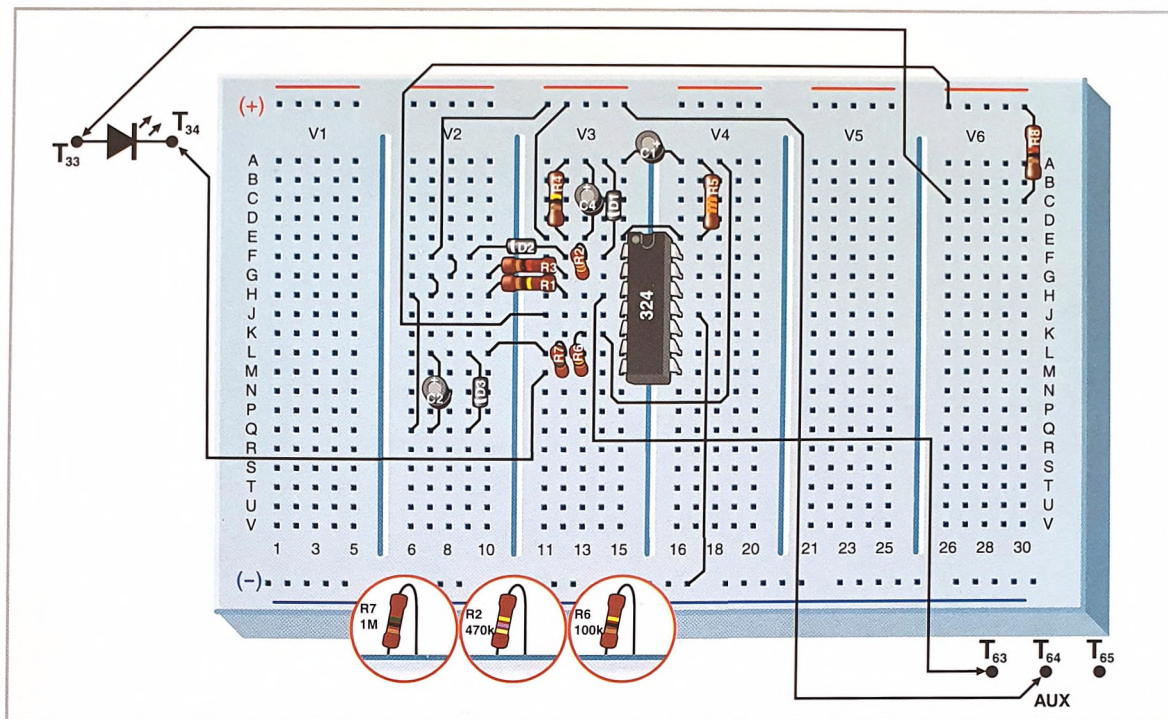
Esperimento 2

Si toglie la resistenza R5 e la si sostituisce con un'altra da 270 K, quindi si preme prima un pulsante e poi l'altro. Si può verificare con diversi valori, maggiori o minori, e si otterranno suoni differenti. Si può anche diminuire il valore della resistenza R7, aggiungendo ad essa un'altra resistenza in parallelo; ad esempio un'altra da 680 Ω. In tal modo, il volume risulterà ancora più alto.

L'indicazione della chiamata è distinguibile sia visivamente che acusticamente.

Esperimento 3

Il circuito consente un'altra combinazione: la chiamata simultanea da tutte e due le porte. In questo caso si avrà un suono diverso dagli altri due perché la resistenza di carico non è né la R4 né la R3, ma ambedue le resistenze unite in parallelo. I due diodi LED si illumineranno, avvisandoci così della doppia chiamata. Possiamo simulare questa eventualità con il nostro circuito premendo contemporaneamente i due pulsanti.

Interruttore tattile temporizzato

Il circuito si attiva alla semplice pressione di un dito.

Il circuito è stato progettato in modo che, a un semplice tocco, si produrrà un impulso che accenderà il temporizzatore monostabile per il periodo di tempo approssimativo di 1-2 secondi, durante il quale si accende il diodo LED.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito si basa sulle variazioni elettriche che avvengono nel circuito toccandolo con un dito e che, per esempio, possiamo notare quando ci avviciniamo ad un ricevitore radio e ne tocchiamo l'antenna o vi passiamo semplicemente la mano vicino. Nel nostro caso, utilizziamo le interferenze prodotte su un circuito per convertirle in un impulso capace di accendere un monostabile. All'entrata abbiamo un circuito che amplifica il segnale quando tocchiamo con il nostro dito lo spazio tra i terminali T63 e T64. Il segnale di uscita dell'amplificatore si rettifica e filtra fino a che non si ottiene un livello continuo, che attiverà il monostable costituito dal secondo amplificatore operazionale e che a sua volta controllerà il LED, facendo sì che si illumini per uno, due secondi ogni volta che lo tocchiamo con un dito.

Si disattiva in uno, due secondi

Il circuito

L'amplificatore operazionale dell'entrata è collegato nella configurazione di amplificatore non invertitore e con un guadagno elevato – approssimativamente 470. Il segnale di uscita dell'operazionale viene rettificato dai diodi D1 e D2 e, in seguito, ripulito dalle possibili interferenze. In questo modo, riusciamo a produrre un unico impulso di accensione, che sarà applicato all'entrata del terminale 5 dell'operazionale, in maniera tale da ottenere all'uscita un piccolo impulso. In stato normale, l'uscita sarà a livello alto; il diodo LED è stato collegato al positivo dell'alimentazione e in questa situazione rimarrà spento. Quando si attiva, l'uscita che in situazione di riposo è a livello alto, passa a livello basso, illuminando immediatamente il LED.

Avviamento

Il circuito si alimenta con una tensione simmetrica di ±4,5 Volt che collegheremo tra V6 e (-); il punto

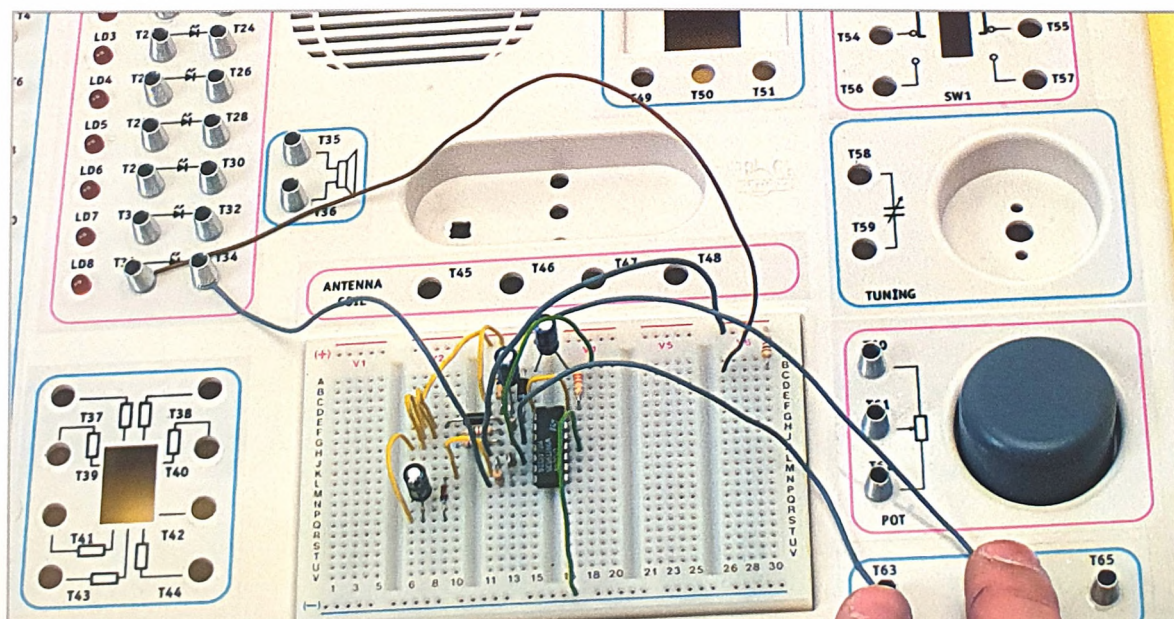
Interruttore tattile temporizzato

COMPONENTI	
R1, R4, R6	100 K
R2	470 K
R3, R8	1 K
R5	33 K
R7	1 M
C1	1 µF
C2	2,2 µF
C3	10 µF
D1	1 N4001
D2, D3	1 N4148
U1	LM324
LD8	

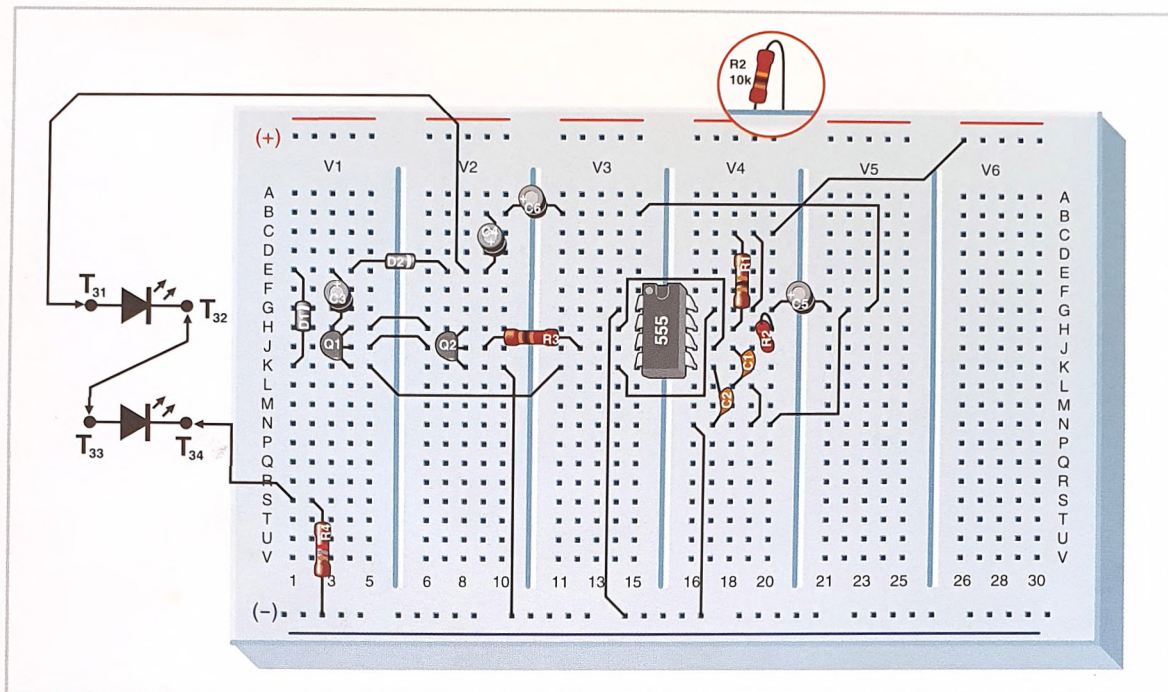
di riferimento sarà V3. Se il circuito non funziona una volta collegato all'alimentazione, dovremo verificare la posizione dei diodi D1 e D2, oltre a quella dei condensatori elettrolitici e alla polarità del LED. Non dovrebbe verificarsi nessun problema se colleghiamo il circuito come viene indicato nel montaggio.

Esperimenti

Possiamo variare il periodo di tempo durante il quale il LED rimane acceso, cambiando il valore dei componenti del monostabile dell'uscita.

Per ottenere questo, basterà modificare il valore del condensatore C2. Se ne aumentiamo il valore, aumenterà anche il tempo di accensione del LED, mentre se lo riduciamo, di conseguenza diminuirà.

Un semplice tocco sui terminali T63 e T64 attiverà il circuito.

Duplicatore di tensione continua

Possiamo riuscire ad avere una tensione di uscita doppia rispetto a quella d'alimentazione.

È possibile che a volte ci sia la necessità di avere una tensione maggiore di quella che ci erogano le batterie o la fonte di alimentazione. Per risolvere questo problema, è stato progettato questo circuito che consente di ottenere una tensione quasi doppia rispetto a quella d'alimentazione. Il circuito è conosciuto sotto il nome di "circuito duplicatore di tensione".

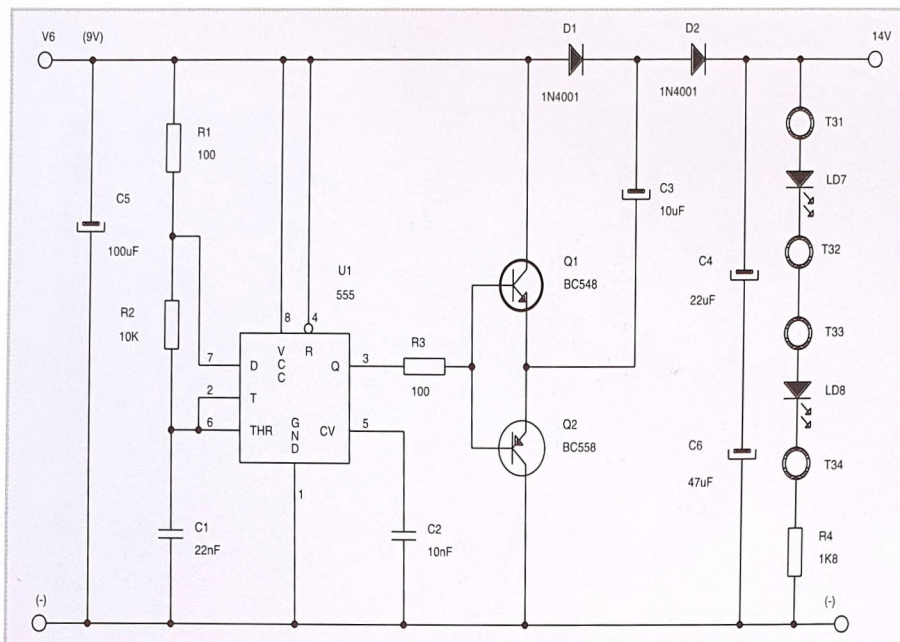
Funzionamento

Il circuito è basato su un oscillatore astabile montato intorno a un 555. È collegato all'uscita a uno stadio di transistor complementari (un NPN e un PNP; Q1 = BC548 e Q2 = BC558) cosicché uno di essi, alternativamente, conduce. Quando l'uscita dell'oscillatore è '0', il condensatore C3 si carica approssimativamente alla tensione d'alimentazione e quando l'uscita dell'oscillatore è '1', la tensione totale nel positivo di questo condensatore sarà quella dell'uscita dell'oscillatore (che corrisponderà a quella dell'alimentazione) oltre a quella che aveva il condensatore C3, per cui, in totale, avremo una tensione che sarà vicina al doppio di quella d'alimentazione. Questa tensione passa all'uscita attraverso il diodo D2 e si immagazzina nei condensatori C4 e C6. È importantissimo sottolineare il compito del diodo D1, che viene appositamente inserito per evitare che il condensatore C3 (caricato quando l'oscillatore ha l'uscita a '0') si scarichi quando conduce il transistor Q1. Come circuito di carica il montaggio ha alla propria uscita due LED in serie con la resistenza R4. Sebbene sia certo che possa fornire ancor più corrente, non è capace di alimentare con questa tensione circuiti che abbiano consumi superiori a 15 mA.

Elevatore di tensione per correnti deboli

Il circuito

Il circuito può essere suddiviso in due parti. Da un lato, abbiamo un circuito oscillatore astabile, montato su un 555, mentre dall'altro abbiamo il circuito duplicatore. L'oscillatore ha una frequenza di uscita di circa 8,5 kHz. L'uscita dell'oscillatore è collegata, contemporaneamente, alla base di due transistor complementari, Q1 e Q2 che lavorano in stato di saturazione. Il transistor Q1 condurrà quando l'uscita dell'oscillatore sarà un '1' e Q2 quando l'uscita è '0'. L'uscita di questo stadio complementare è il punto di unione dei

Duplicatore di tensione continua

COMPONENTI	
R1, R3	100 Ω
R2	10 K
R4	1K8
C1	22 nF
C2	10 nF
C3	10 µF
C4	22 µF
C5	100 µF
C6	47 µF
D1, D2	1N4001
Q1	BC548
Q2	BC558
U1	555
LD7, LD8	

due transistor, di modo che, quando Q2 conduce, questo mette a massa e il condensatore C3 si carica a 9-0,6 Volt (che corrispondono alla tensione di caduta nel diodo D1) e quando conduce Q1, in questo punto avremo, approssimativamente, circa 9 Volt, che si sommeranno a quelli del condensatore C3 per fornirci una tensione molto superiore a quella d'alimentazione.

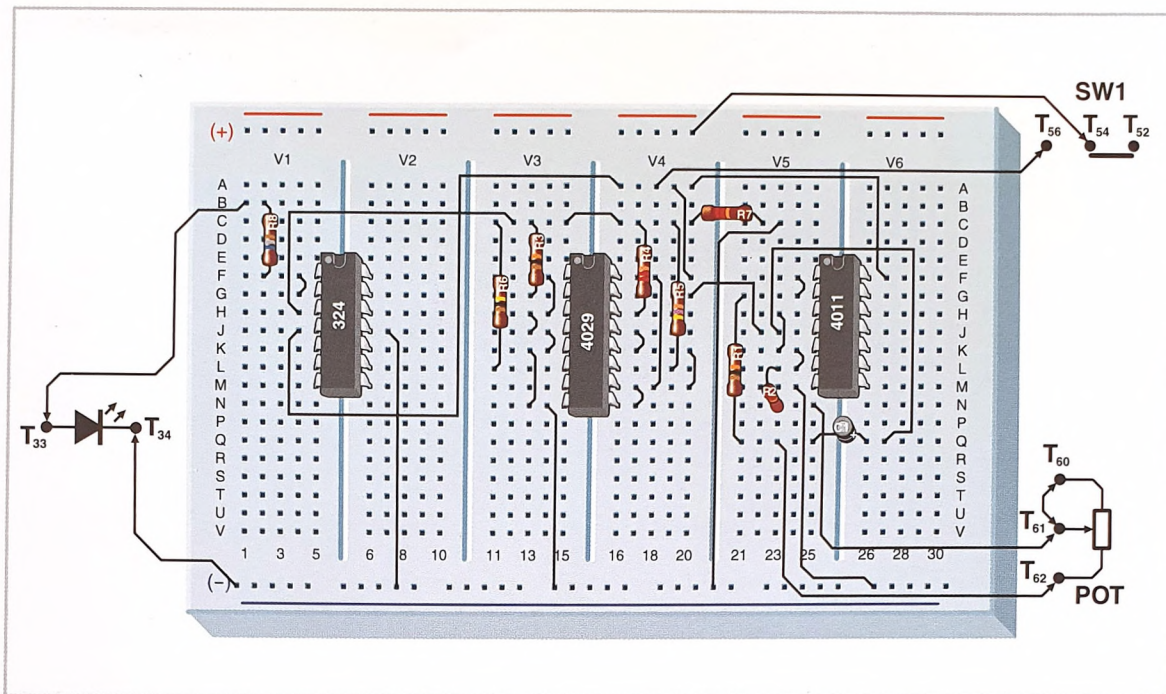
Se non ci fosse il diodo D1, il condensatore C3 si scaricherebbe perché Q1 è in stato di saturazione quando il diodo è in conduzione. Il diodo D2 serve per isolare questa parte con l'uscita diretta che si produce agli estremi dei condensatori C4 e C5. Si potrebbe incrementare il valore dei condensatori per riuscire a ottenere una maggiore corrente in uscita, ma dobbiamo tener conto del fatto che le tensioni d'uscita non devono mai superare quella massima consentita nel progetto né lavorare al valore massimo, per cui vengono inseriti in serie per ridistribuire la tensione.

Il circuito che possiamo alimentare con questa tensione non deve avere un consumo eccessivo.

Esperimenti

Per aumentare un circuito con un consumo maggiore di 15 mA, potremmo realizzare alcuni miglioramenti aumentando la capacità dei condensatori d'uscita. Il circuito ci fornisce una tensione di uscita di circa 14,5 Volt, ma dobbiamo verificare l'effetto che avrà il nostro circuito se gli aumentassimo il carico. A tal fine, incrementeremo il consumo, verificando che l'effetto si traduce nella riduzione di luminosità dei LED, perché anche la tensione d'uscita diminuisce. Effettueremo l' operazione riducendo R4 a valori inferiori a 1K-1R.

Controllo digitale della luminosità

Aumenta a ogni impulso la corrente applicata al LED.

Il circuito genera una tensione a rampa, che varierà automaticamente la luminosità del LED. La rapidità con cui il LED raggiunge la massima illuminazione può essere direttamente controllata mediante il potenziometro dell'oscillatore, che è quello che provoca a ogni impulso l'incremento della tensione all'uscita del circuito.

Funzionamento

Per avviare il circuito dobbiamo collegare l'alimentazione azionando il commutatore SW1. Il circuito, una volta alimentato, deve funzionare incrementando la luminosità del LED al ritmo segnato dalla frequenza dell'oscillatore con porte NAND che, a sua volta, può essere regolato con il potenziometro POT. Il segnale dell'oscillatore si applica al contatore, che avrà il compito di generare dei salti di tensione che verranno applicati all'amplificatore successivo alla cui uscita verrà collegato il LED. Il generatore della rampa è costituito dal contatore con le resistenza dell'uscita R3-R7, di modo che a seconda di come si incrementa il codice all'uscita del contatore, la tensione aumenta agli estremi della resistenza R7. Perché questa tensione non subisca nessun deterioramento l' abbiamo separata grazie ad un circuito inseguitore dell'emettitore e in operazionale, il quale attiverà il LED dell'uscita.

Si ottiene una accensione graduale

Il generatore della rampa

Questo circuito è costituito dal contatore, configurato in modalità ascendente e in sistema binario puro, con le resistenze R3-R7. L'uscita di minor peso del contatore è QA, mentre quella di maggior peso è QD. Il valore delle resistenze esistenti a ciascuna delle uscite aumenta a mano a mano che diminuisce il peso dell'uscita. In questo modo, si avrà più tensione in R7, se l'uscita QD è più attiva di QB; se realizziamo il divisore di tensione possiamo chiaramente vederlo. Se, inoltre, ci sono due uscite attive, l'uscita si sovrapporrà. Così, ogni volta che verrà introdotto un impulso del clock, il codice dell'uscita del contatore si incrementa e aumenta la tensione agli estremi della resistenza R7. Il risultato finale è una tensione che aumenta mediante piccoli scalini, ciascuno dei quali corrisponde a un codice di uscita del contatore. Se mettiamo una frequenza del clock lentis-

Controllo digitale della luminosità

COMPONENTI	
R1, R2, R3	10 K
R4, R7	22 K, o 27 K
R5	47 K
R6	100 K
R7	22 K
R8	680
C1	2,2 µF
U1	4011
U2	4029
U3	LM324
POT	
LD8	
SW1	

sima, possiamo osservare l'effetto dell'incremento a scalini sulla luminosità del LED.

Avviamento

Il circuito deve poter funzionare collegando l'alimentazione attraverso l'interruttore SW1. Se non fosse così, verificheremo l'alimentazione in ciascun integrato U1, U2 e U3. Rivedremo anche la polarità del condensatore C1 e, infine, quella del LED LD8. Conviene assicurarci, anche, che i contatti del commutatore siano al posto giusto.

Esperimenti

Possiamo variare la frequenza dell'oscillatore, diminuendola per osservare meglio ogni salto di tensione riflesso nella luminosità del LED. A tal fine, aumenteremo il valore del condensatore C1 e/o della resistenza R2. Possiamo anche cambiare qualcuna delle resistenze di uscita del contatore, osservando che, se la aumentiamo, il salto della tensione sarà minore, mentre se la riduciamo il salto della tensione sarà maggiore e tanto più il diodo si illuminerà, quanto più l'uscita sarà attiva. Possiamo vedere questo effetto, per esempio, abbassando il valore di R3 a 2K2, verificando che il LED si accende immediatamente quando il contatore arriva a 8 (QD = 1).

Il potenziometro regolerà il ritmo d'accensione del LED.

Accensione e spegnimento graduali

Illumina e spegne un LED gradatamente e continuativamente.

Il circuito genera una tensione di forma triangolare: una parte ascendente fino al valore massimo, una parte discendente fino a che il LED cambia luminosità in proporzione alla tensione del segnale. La velocità d'accensione del diodo può essere direttamente controllata per mezzo del potenziometro dell'oscillatore che a ogni impulso provoca un incremento della tensione all'uscita del circuito.

Funzionamento

Per avviare il circuito, dobbiamo collegare l'alimentazione azionando il commutatore SW1.
Una volta alimentato il circuito, quando il contatore avanza in senso ascendente, la luminosità del LED incrementa; ciò si verifica quando nel terminale 10 del contatore, uscita del flip-flop T, c'è un '1'. Il contatore è in modalità binaria per cui il massimo conteggio cui può arrivare è 1111 = 15. Quando giunge a questo valore, l'uscita CO (carry out) produce un'onda che, invertita, servirà da clock per far cambiare lo stato del flip-flop T, costruito con U3A, che passerà a '0', di modo che il contatore inizierà a scendere. Il LED aumenta la propria luminosità quando il contatore conta in modalità ascendente e la diminuisce quando conta in modalità discendente. Quando il contatore in modalità discendente arriva a '0', in CO si produce un altro impulso che, invertito, servirà da clock per porre nuovamente a '1' l'uscita del flip-flop T; il contatore avanzerà ancora in modalità ascendente. La velocità a cui si produce questo effetto (accensione e spegnimento) dipenderà dalla frequenza dell'oscillatore con porte NAND e potremo variarla mediante il potenziometro POT. Il generatore dell'onda triangolare è costituito dal contatore con le resistenze di uscita R3-R7. Come stadio di uscita si utilizza un amplificatore operazionale configurato come seguitore e la cui uscita sarà attivata dal LED.

A ogni impulso del clock, cambia la tensione del LED

Il generatore di onda triangolare

Questo circuito è costituito dal contatore configurato in modalità binaria pura con le resistenze R3, R4, R5, R6, e R7. La rampa di salita e discesa viene generata in funzione di ciò che il contatore conteggia in modalità ascendente, U/D = 1 o discendente, U/D = 0. L'uscita di minor peso del

Accensione e spegnimento graduali

COMPONENTI	
R1, R2, R3	10 K
R4	27 K
R5	47 K
R6	100 K
R7	22 K
R8	680 Ω
C1	2,2 µF
U1	4011
U2	4029
U3	LM324
U4	4027
POT	
LD8	
SW1	

contatore è QA e quella del maggior peso QD. Le resistenze sono state disposte in maniera tale che all'uscita R7 abbia più tensione quanto più è il peso dell'uscita attiva. Così, in R7 si avrà più tensione se l'uscita QD è attiva piuttosto che se è attiva QB. La tensione di uscita si somma quando ci sono diverse uscite attive. Così, ogni volta che viene introdotto un impulso del clock, se il contatore sale, il codice della sua uscita si incrementa e aumenta anche la tensione agli estremi della resistenza R7. Se, invece, il contatore scende, diminuisce il codice di uscita del contatore e anche la tensione agli estremi di R7. Il risultato finale sarà una tensione che aumenta o diminuisce in piccoli scalini, ciascuno dei quali corrisponde a un codice di uscita del contatore. Se mettiamo la frequenza del clock molto lenta, possiamo osservare l'effetto dell'incremento per scalini sulla propria luminosità del LED.

Avviamento

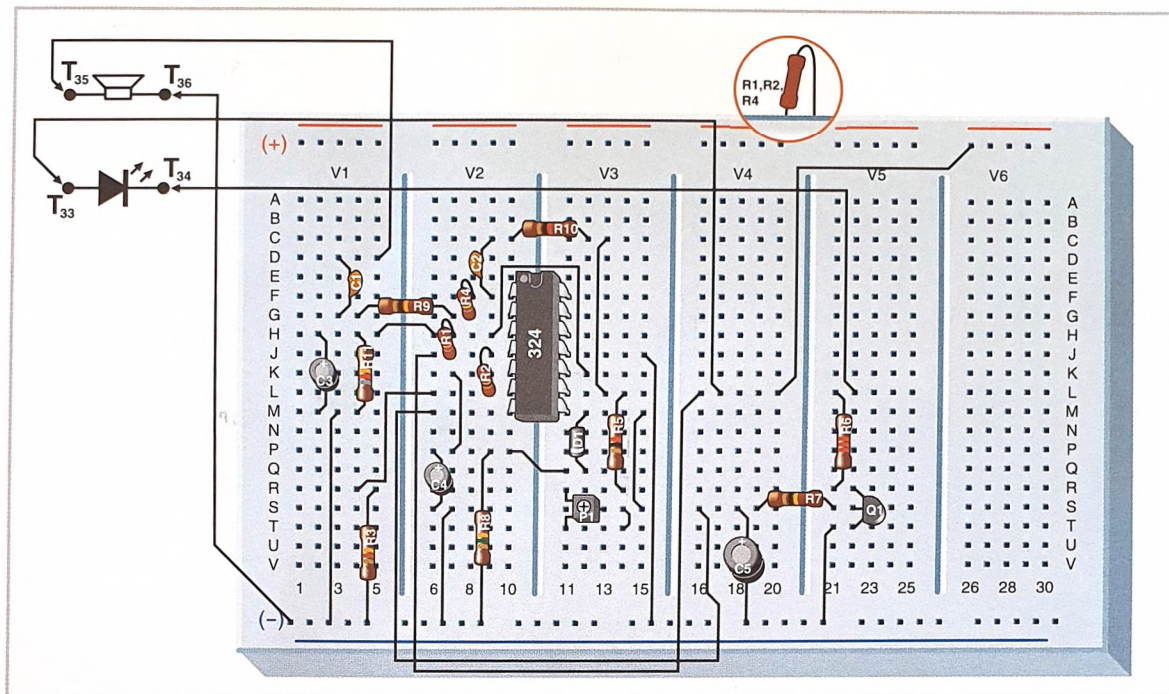
Il circuito deve funzionare semplicemente collegando l'alimentazione attraverso l'interruttore SW1. Se il LED non si illumina, verificheremo l'alimentazione in ogni integrato U1, U2, U3 e U4. Rivedremo anche la polarità del condensatore C1 e, infine, quella dello stesso LED LD8.

Il potenziometro stabilirà la velocità a cui cambia la luminosità del LED.

Esperimenti

Possiamo cambiare la frequenza dell'oscillatore diminuendola per osservare meglio ogni salto di tensione riflesso dalla luminosità del LED. A tal fine, aumenteremo il valore del condensatore C1 e/o della resistenza R2. Possiamo cambiare anche qualche resistenza di uscita del contatore e vedere come il salto diventi minore, se la aumentiamo, mentre se la riduciamo diventi maggiore; il diodo LED varierà ulteriormente la propria luminosità quando questa uscita è attiva.

Controllo vocale

La voce attiverà il circuito illuminando il LED.

Questo circuito è montato con amplificatori operazionali che lavorano come amplificatori del segnale microfonico nei primi stadi e come comparatori nell'ultimo stadio, per indicare, mediante l'illuminazione del LED, che il circuito ha captato un suono – che può anche essere la voce. Ciò ci permetterà di costruire un circuito di controllo vocale, come quello che hanno alcuni orologi e che si spengono quando questo circuito viene attivato.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito passa per tre stadi, quelli seguiti dal segnale da quando viene rilevato fino a quando il LED, captato il suono, si illumina. Abbiamo, innanzitutto, la captazione del segnale, operazione effettuata dal proprio altoparlante. Il segnale captato passa attraverso un filtro passa alto per escludere interferenze.

L'altoparlante servirà da microfono

Il segnale, dopo essere stato filtrato, viene amplificato per ottenere un maggior livello, prima per mezzo di un circuito che è composto da U1A e, in seguito, da U1C. Quest'ultimo ha un guadagno regolabile grazie a P1, per regolare il circuito e che ci permette di rilevare suoni più o meno deboli. Il segnale di uscita di U1C si rettifica, così che passi solamente la parte positiva, che sarà poi quella che caricherà il condensatore C4. La tensione che acquisisce sarà quella applicata al terminale invertente 5 di U1B, di modo che quando quest'ultimo supera la tensione che c'è nel terminale 6 (circa 4,9 V) l'uscita passerà a livello alto. Il LED si illuminerà per un periodo di tempo stabilito dal condensatore C4 da un lato e da C5 dall'altro.

Il circuito

Analizziamo il circuito in stato di riposo e in seguito con il segnale. In stato di riposo, l'altoparlante non capta segnale e all'uscita di U1A ci sono 4,5 Volt che stabiliremo attraverso R1 e R11. Il condensatore C2 elimina la continua a farà sì che all'entrata di U1C, terminale 9, ci siano 0 Volt, per cui anche alla sua uscita ci saranno 4,5 Volt. In stato di riposo, l'entrata del segnale degli amplificatori, terminali invertenti degli operazionali (2 e 9), è di 0 Volt. Innanzitutto, perché non si capta nulla nell'altoparlante e, poi, perché non c'è l'uscita del primo. Il termi-

Controllo vocale

COMPONENTI	
R1, R11	82 K
R2, R7, R9	10 K
R3	12 K
R4	820 K
R5, R10	1 K
R6	2K2
R8	15 K
P1	100 K
C1, C2	100 nF
C4	47 µF
C5	100 µF
D1	1N4148
Q1	BC548
U1	LM324
LD8	

nale non invertente dei due operazionali (3 e 10) è collocato a metà dell'alimentazione, 4,5 Volt, perché possa amplificare i segnali audio. Senza segnali d'entrata, l'uscita del secondo operazionale sarà da 4,5 Volt per cui il condensatore C4 si caricherà con questo valore e la suddetta tensione verrà applicata all'entrata non invertente di U1B, che è configurato come un comparatore al quale, sul terminale 6, abbiamo circa 4,9 Volt. In questo modo, in assenza di segnale, l'uscita del comparatore è 0 Volt e il transistor non funziona.

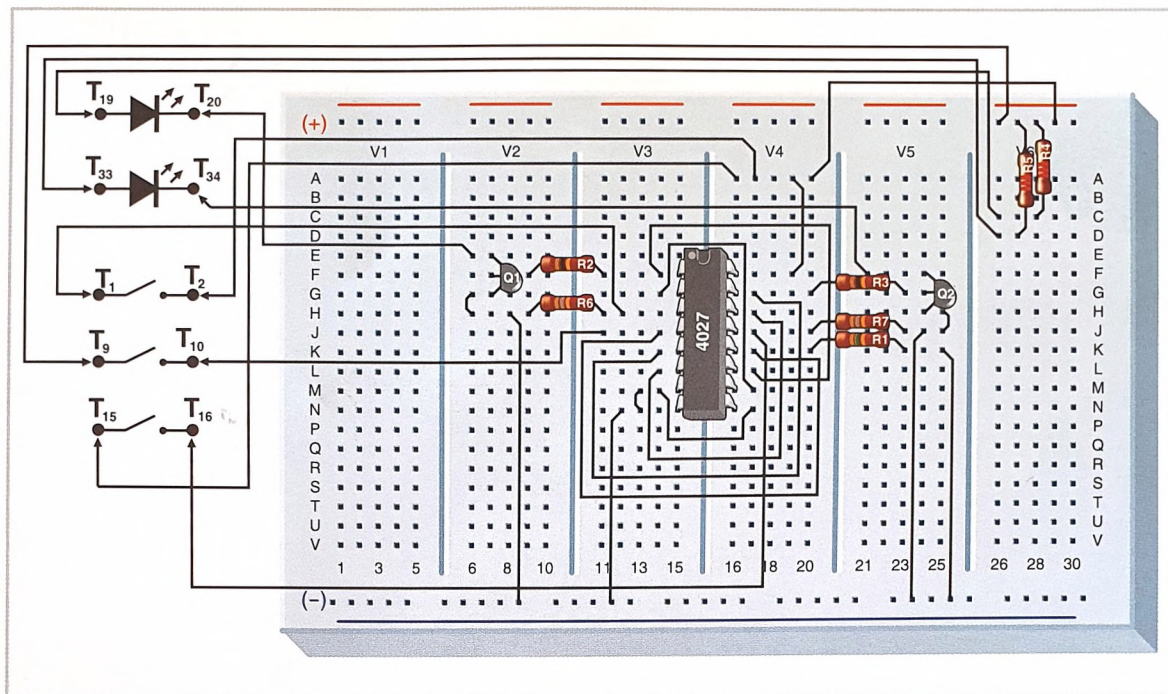
Quando l'altoparlante capta un segnale, quest'ultimo viene amplificato nei primi due stadi. All'uscita di U1C appare il segnale amplificato, cosicché i suoi picchi positivi caricano il condensatore a una tensione superiore a 4,5 Volt. Quando la tensione del condensatore supera 4,9 Volt del divisore R2-R3, l'uscita del comparatore passerà a livello alto e il LED si illuminerà. Quanto maggiore è il guadagno di U1C, quanto maggiore è il valore resistivo di P1, tanto più deboli saranno i suoni che il circuito sarà in grado di captare.

Il potenziometro P1 servirà per variare la sensibilità del circuito.

Regolazione del circuito

Supponiamo di volere che il circuito si illumini alla parola "STOP"; a tal fine, la pronunceremo vicino all'altoparlante. Se il LED non si illumina, gireremo P1 perché abbia maggior resistenza e così ne aumentiamo il profitto. Se con il guadagno al massimo, ancora non funziona, avvicineremo un po' di più l'altoparlante prima di parlare: non dobbiamo dimenticarci che è un altoparlante e non è sensibile come un microfono.

Traguardo elettronico

Il gioco ci consente di rilevare chi sia il più veloce.

Abbiamo visto molte volte nei concorsi televisivi porre una domanda: chi sa rispondere deve premere un pulsante che fa accendere una luce nel banco di chi ha risposto più velocemente. Questo circuito è il medesimo, ma è fatto solamente per due concorrenti.

Funzionamento

Per avviare il circuito, con l'alimentazione collegata, basta premere P5, "START". In questo momento il circuito è pronto: basta premere P1 o P8 e il LED corrispondente si illumina. Il pulsante 5 serve a resettare tutti e due i flip-flop e a spegnere il LED che potrebbe essersi acceso, il circuito rimane in questo modo pronto ad attivare il LED quando il primo preme il pulsante.

Il circuito può essere utilizzato per giocare a un gioco d'abilità in cui semplicemente vince chi è più veloce oppure, come fanno in televisione, se stiamo giocando a un gioco che preveda domande e risposte, per vedere chi risponde per primo.

Si illumina il LED del vincitore

Il circuito

Innanzitutto, per poter operare dobbiamo effettuare un "reset" sui due flip-flop JK: a questo scopo, poniamo l'entrata R dei due flip-flop a livello alto per mezzo del pulsante P5. Se osserviamo la configurazione dei flip-flop, vediamo che, dopo il "reset", l'uscita /Q è '1' e che /Q è collegata all'entrata J dell'altro flip-flop.

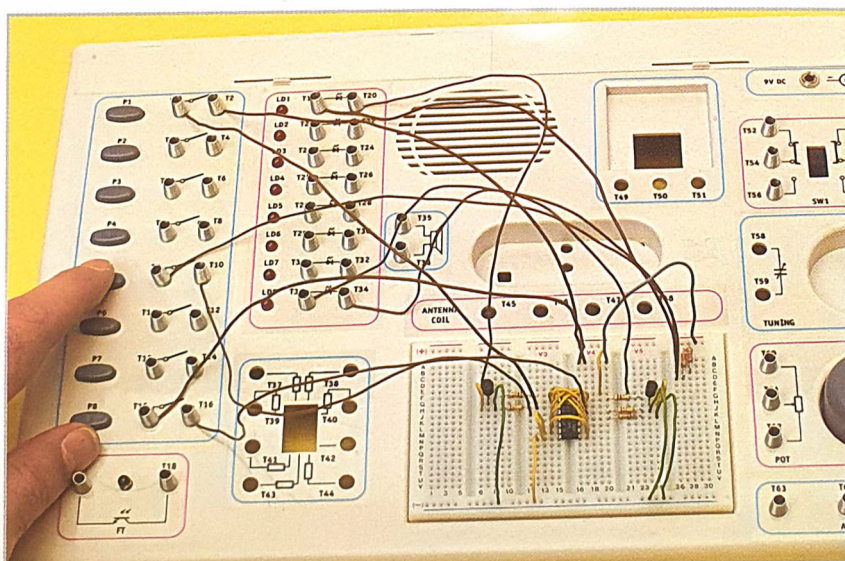
Ogni pulsante dell'entrata è collegato all'entrata del clock dei due flip-flop, per cui, non appena abbiamo un '1' all'entrata J dei due flip-flop, il primo che preme sarà quello che farà passare a livello alto il rispettivo flip-flop, inabilitando l'altro flip-flop. Questo è il motivo per cui si deve ridare un "reset" premendo P5 per effettuare un'altra prova di abilitazione. I pulsanti P1 e P8 sono collegati in maniera tale che, quando li premiamo, introduciamo all'entrata del clock un livello alto e all'uscita si produce un cambiamento. Alle uscite abbiamo disposto dei transistor per pilotare i diodi LED e per non caricare l'uscita dei flip-flop, anche se non verrebbero a crearsi troppi problemi se collegassimo i LED alle loro uscite.

Traguardo elettronico

COMPONENTI	
R1	15 K
R2, R3	10 K
R4, R5	2K2
R6, R7	18 K
U1	4027
Q1, Q2	BC548
P1, P5, P8	
LD1, LD8	

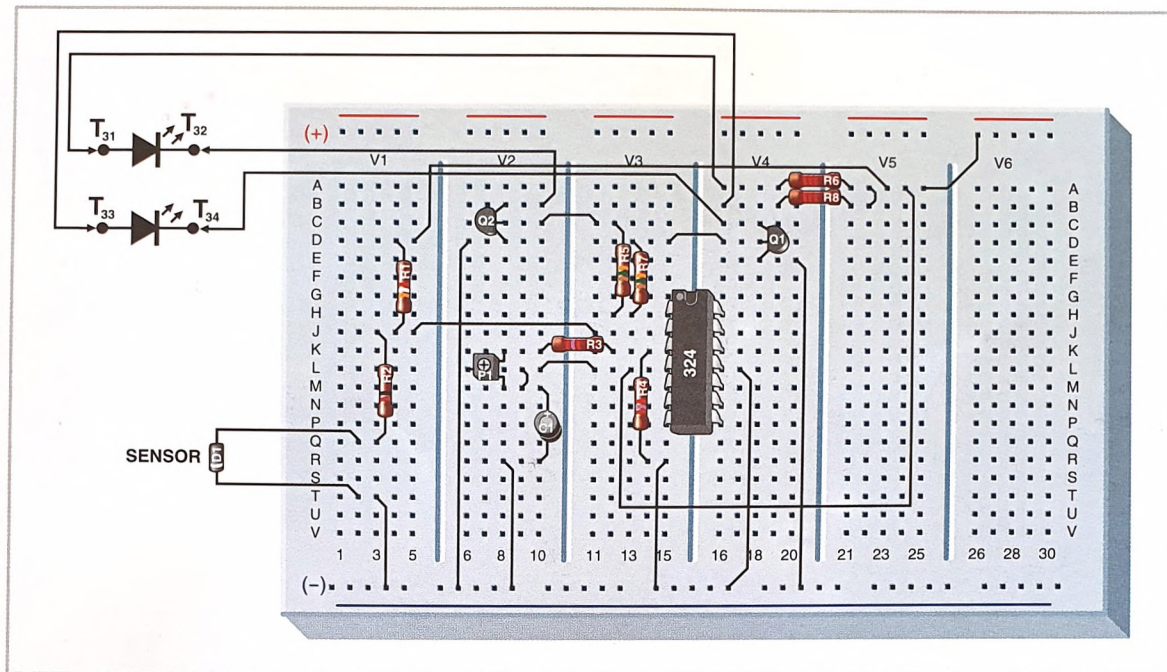
Avviamento

Se quando attiviamo P5 e uno dei due pulsanti, il circuito non funziona, verificheremo innanzitutto le connessioni dei transistor Q1 e Q2. Non dovremo inoltre dimenticarci di ricontrollare l'alimentazione dell'integrato e la polarità dei diodi LED.

Chi preme per primo, illuminerà il suo LED e l'altro non potrà illuminarsi.

Esperimenti

Se modifichiamo le resistenze della base dei transistor o quelle del collettore possiamo variare la luminosità dei LED, fino a un massimo di 10 mA, soglia massima sopportabile da questi diodi LED. Dobbiamo tener sempre conto del fatto che possiamo distruggere i diodi o gli stessi transistor se facciamo circolare una corrente troppo elevata. Per ricominciare il gioco, si deve premere nuovamente P5.

Termostato elettronico

Indica se la temperatura è al di sotto o al di sopra di quella stabilita.

Quando la temperatura è sopra quella prefissata, il LED LD8 rimane illuminato, mentre se è al di sotto, si illumina il LED LD7. La temperatura d'accensione si regola con il potenziometro P1.

Il sensore

Prima di iniziare la descrizione del circuito dobbiamo spiegare cosa sia il sensore della temperatura.

Il sensore della temperatura consiste di un diodo al silicio del tipo 1N4148. Quando attraverso un diodo di silicio circola una corrente costante, la caduta di tensione che in esso si verifica diminuisce di 2 mV per ogni grado centigrado di aumento della temperatura. Possiamo utilizzarlo per un margine di temperature che vanno dai –30° C ai +140° C.

Il sensore è un diodo di silicio

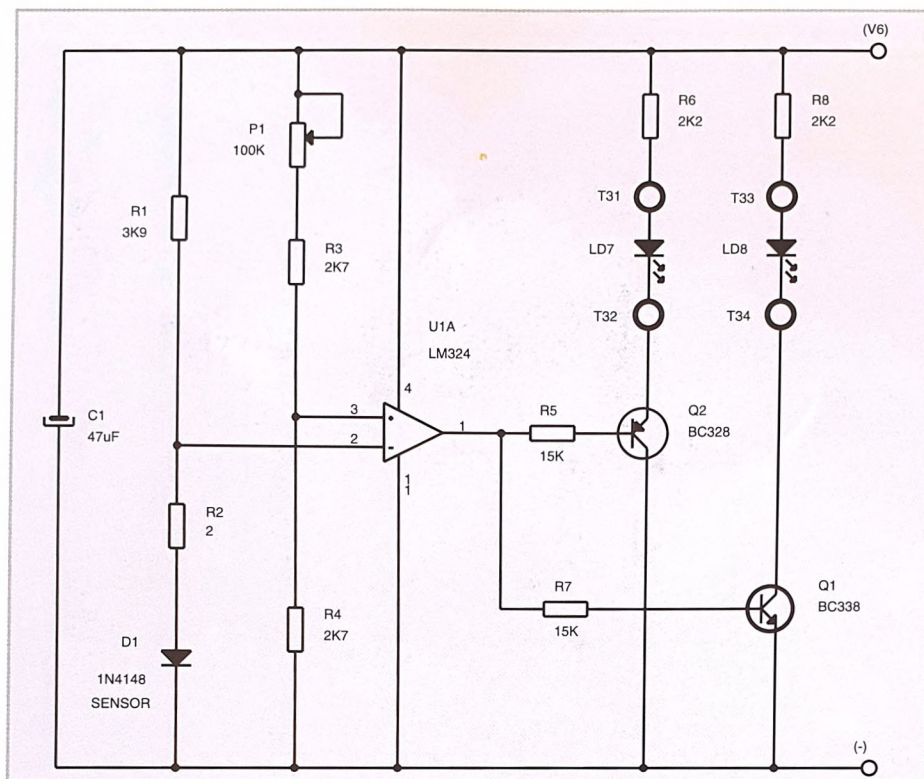
Il circuito

Il funzionamento del circuito si basa sull'uso di un comparatore che paragona il livello di tensione presente nel diodo a un livello di tensione prefissato per mezzo di un potenziometro; questo livello di tensione è quello che determina la temperatura d'accensione del termostato.

Come in ogni comparatore, quando il livello del segnale all'entrata non invertente, terminale 3, è superiore al livello presente all'entrata invertente, terminale 2, la tensione di uscita del comparatore si avvicina a quella dell'alimentazione; in caso contrario, se il livello di tensione all'entrata non invertente è minore rispetto a quella presente all'entrata invertente, l'uscita è praticamente zero. Quando il livello di tensione nel terminale 1 del circuito integrato è pressappoco quello della tensione dell'alimentazione, il diodo Q1 risulta direttamente polarizzato e il diodo LED LD8 si illumina. Se la tensione nel terminale 1 è vicina a 0 Volt, il transistor Q1 non conduce, mentre lo fa Q2 e in questo caso si illumina il diodo LED LD7.

Regolazione della temperatura

Per regolare la temperatura, procederemo come segue: dobbiamo porre il diodo sensore alla temperatura voluta in modo che l'accensione passi da un LED all'altro. Servendoci del potenziometro regoliamo fino a quando non si accende il LED che era spento o viceversa. Cambieremo, poi, la temperatura del diodo e vedremo come cambierà

Termostato elettronico

COMPONENTI	
R1	3K9
R2	2 Ω
R3, R4	2K7
R5	15 K
R6	2K2
R7	15 K
R8	2K2
C1	47 µF
D1	1N4148
Q1	BC338
Q2	BC328
U1	LM324
LD7, LD8	
SW1	

di stato anche il LED illuminato; conviene continuare la regolazione sino a riuscire a farlo funzionare correttamente.

Dobbiamo tenere conto del fatto che, trattandosi di un circuito sperimentale, la tensione dell'alimentazione non è regolata e ciò può influenzare la regolazione della temperatura.

Esperimento

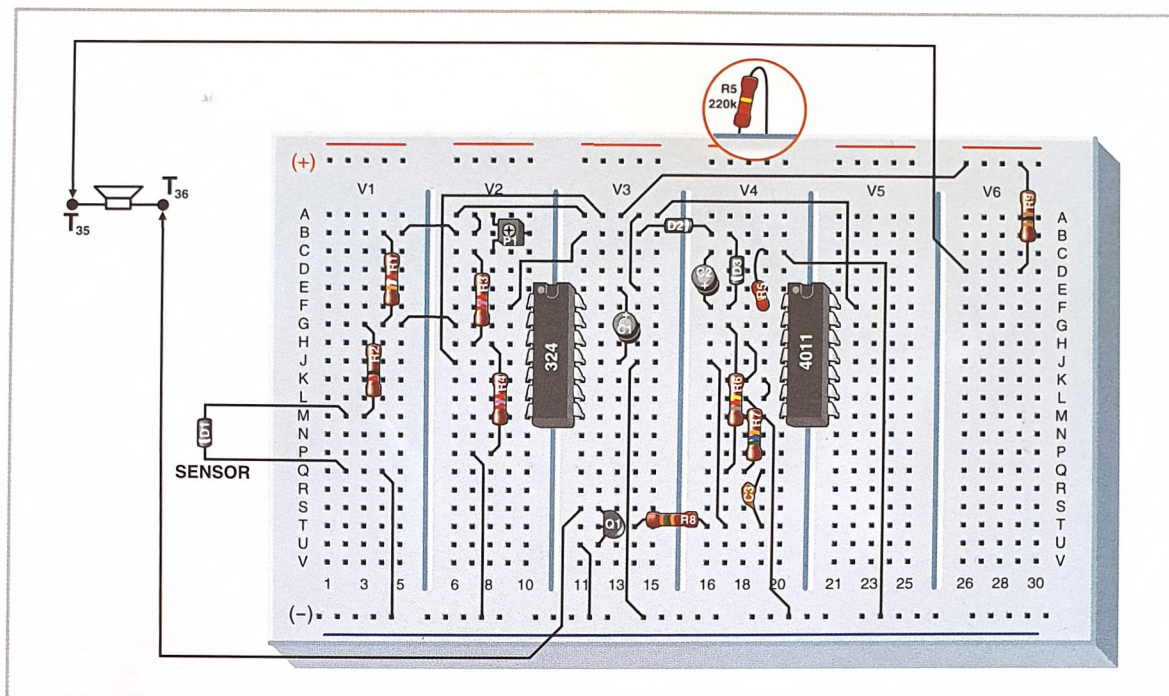
Possiamo portare a termine un semplice esperimento. Con il diodo a temperatura ambiente, regoliamo il circuito fino a quando il diodo LED LD7 non si illumina. Poi, scalderemo con le dita il diodo sensore e in un momento il diodo LED illuminato cambierà, indicandoci così che ha rilevato un aumento di temperatura.

Rileva se siamo al di sopra o al di sotto di una determinata temperatura.

Precauzioni

Il diodo può essere riscaldato avvicinando il saldatore, ma se vogliamo ampliare la gamma di esperimenti, raccomandiamo di collegare al diodo stesso due cavi da cm. 25, saldandoli ai suoi terminali; così facendo lo allontaneremo dal laboratorio ed eviteremo di danneggiarlo, nel caso ci servisse l'utilizzo di fonti di calore che potrebbero rovinare il pannello frontale o la piastra dei prototipi. Dobbiamo evitare di utilizzare fiammiferi e accendini.

Termostato con allarme acustico

Indicatore acustico di eccesso di temperatura.

Quando si supera la temperatura di accensione, precedentemente regolata, il circuito emette un allarme acustico che permane fino a quando non cessa l'alimentazione o la temperatura non si abbassa. La temperatura d'accensione viene determinata con un potenziometro di regolazione.

Funzionamento

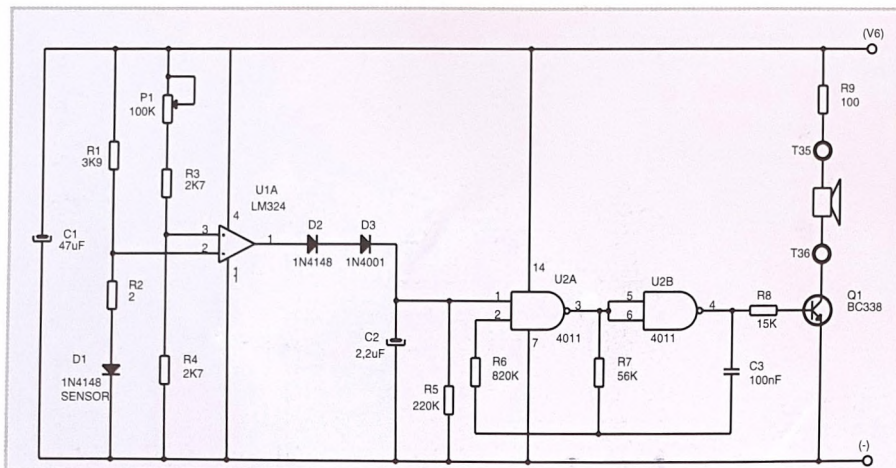
Il circuito rimane inattivo se è al di sotto della temperatura d'accensione. Quando la temperatura aumenta fino a raggiungere un valore, che avremo precedentemente stabilito mediante la regolazione con il potenziometro P1, il circuito si accende ed emette un allarme acustico. L'elemento sensore è un diodo di silicio. La tensione tra i terminali di un diodo di silicio varia con la temperatura, benché questa variazione sia lentissima è tuttavia sufficiente perché sia rilevata grazie ad un comparatore, in questo caso, come comparatore è stato utilizzato l'amplificatore operazionale U1A.

Il sensore è un diodo di silicio

Quando la temperatura supera il livello prefissato, la tensione nel terminale invertente dell'amplificatore operazionale, terminale 2, scende al di sotto del livello della tensione del terminale 3: questo fa sì che l'uscita del comparatore, terminale 1, sia vicina alla tensione dell'alimentazione; inoltre, essendo collegata alla porta NAND, U2A fa attivare l'oscillatore – costituito da porte NAND – la cui uscita a sua volta eccita il transistor che farà suonare l'altoparlante.

Esperimento

Per portare a termine un esperimento per la regolazione della temperatura, procederemo nel seguente modo: con il circuito spento, regoleremo il potenziometro P1 al suo valore minimo, prenderemo il diodo tra due dita e lo stringeremo al corpo fino a quando la sua temperatura salga a circa 35° C. Dopo circa un minuto, potremo collegare l'alimentazione, ma il circuito non farà assolutamente niente. Inizieremo, ora, a muovere lentamente il potenziometro fino a quando non suonerà l'altoparlante. In quel preciso momento, lasceremo il potenziometro così regolato e staccheremo le dita dal diodo. Passato qualche istante, quando il diodo avrà assunto la temperatura ambiente, che è inferiore, l'altoparlante cesserà di suonare.

Termostato con allarme acustico

COMPONENTI	
R1	3K9
R2	2 Ω
R3, R4	2K7
R5	220 K
R6	820 K
R7	56 K
R8	15 K
R9	100
C1	47 µF
C2	2,2 µF
C3	100 nF
D1, D2	1N4148
D3	1N4001
Q1	BC338
U1	LM324
U2	011
ALTOPARLANTE	
SW1	

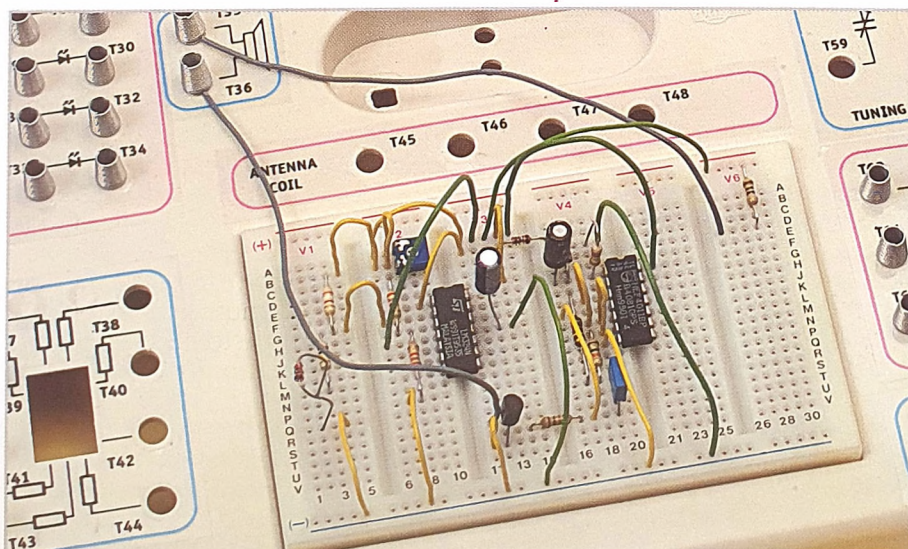
Il circuito

Il condensatore C1, collegato in parallelo all'alimentazione, mantiene stabile la tensione dell'alimentazione, perché il circuito è molto sensibile alle variazioni di tensione.

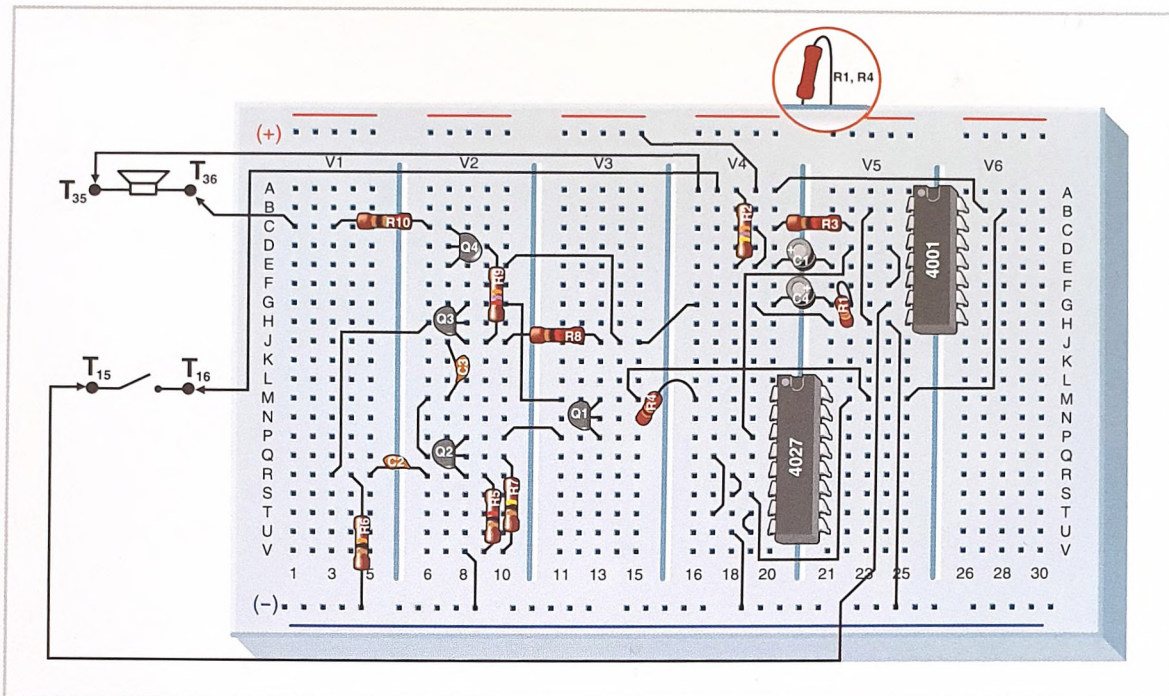
All'entrata troveremo il diodo sensore collegato al comparatore, di modo che quando la temperatura non raggiunge quella stabilita, l'uscita del comparatore sarà ad un livello basso, perché la tensione del terminale 2 è maggiore rispetto a quella del terminale 3. Invece, quando si arriva alla temperatura prefissata, la tensione presente nel terminale 2 è maggiore rispetto a quella del terminale 3 e l'uscita passa ad un livello alto. Questa uscita attiverà l'oscillatore di porte NAND, che a sua volta attiverà il transistor Q1. Il condensatore C2 mantiene per un certo periodo di tempo la tensione di accensione e la resistenza R5 scarica il condensatore; se si eliminasse, impiegherebbe troppo tempo a scaricarsi a causa del ridotto consumo di questo tipo di porte.

Esperimenti

Il tono di allarme è abbastanza basso, così da non essere molesto, ma possiamo renderlo maggiormente acuto sostituendo il condensatore C3 con un altro di minor capacità. Un esperimento interessante è quello di utilizzare il circuito per rilevare l'accensione di una lampadina incandescente, situando, a tale scopo, nelle sue vicinanze un diodo, che ci avviserà quando raggiungerà una determinata temperatura.

Possiamo utilizzare anche, incollato, il radiatore di un transistor; in questo caso il diodo deve essere collegato a cavi che abbiano una lunghezza sufficiente.

Il potenziometro P1 consente di regolare la temperatura di rilevamento del circuito.

Oscillatore controllato da pulsanti

L'oscillatore si accende e si spegne con il medesimo pulsante.

Il progetto consente di realizzare un circuito completo per attivare e disattivare il funzionamento di un oscillatore costruito con transistor PNP. Indipendentemente dalla qualità dei pulsanti utilizzati e dai rimbalzi che si potrebbero produrre di conseguenza, a ogni pulsazione si produrrà solamente un solo cambiamento da attivo a disattivo, o viceversa.

Funzionamento

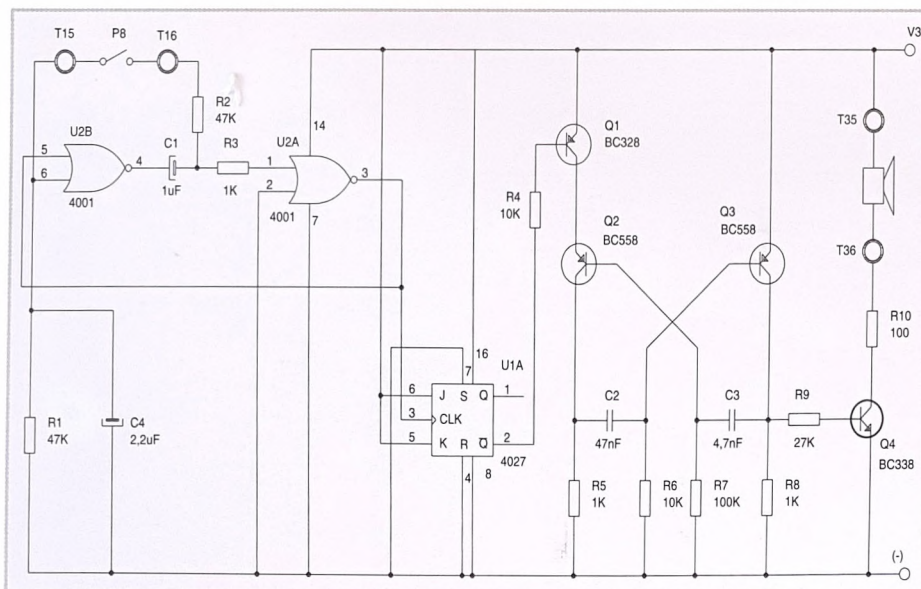
Senza premere su P8 e supponendo che l'uscita /Q (terminale 2) del flip-flop JK è a livello alto perché il transistor Q1 non conduce e l'oscillatore è disattivato, il circuito è in stato di riposo e l'altoparlante non emette suoni. Quando premiamo P8, il circuito realizzato con le porte NOR genera un unico impulso a ogni pulsazione, eliminando i rimbalzi. Questo impulso si applica all'entrata del clock del flip-flop JK che è configurato per lavorare come uno di tipo T. In questo modo, a ogni impulso che riceve cambia di stato, il che produce l'attivazione del transistor Q1. In questo momento, l'oscillatore si avvia e l'altoparlante suona direttamente, attivato attraverso il transistor di notevole guadagno Q4. Se ritorniamo a premere, il circuito ritornerà allo stato di riposo, quando il flip-flop cambia di stato.

Elimina i rimbalzi dei contatti.

Il circuito

Il circuito può essere diviso in tre parti: l'interruttore elettronico, l'oscillatore e lo stadio di potenza. Innanzitutto, c'è l'interruttore elettronico, attivato e disattivato attraverso un pulsante. L'interruttore ha un circuito che è un piccolo monostabile realizzato con porte NOR, di modo che a ogni attivazione si genera un unico impulso che serve per cambiare lo stato del flip-flop T che attiva o disattiva il transistor Q1, il quale è, in realtà, il vero e proprio interruttore.

Dobbiamo concentrarci sul fatto che nei flip-flop le entrate SET e RESET, rispettivamente i terminali 7 e 4, sono stati collegati a livello basso. È consigliabile porre sempre le entrate degli integrati che non si stanno utilizzando a un livello che non influenzi il suo funzionamento (in questo caso a livello basso). In

Oscillatore controllato da pulsanti

COMPONENTI	
R1, R2	47 K
R3, R5, R8	1 K
R4, R6	10 K
R7	100 K
R9	27 K
R10	100 Ω
C1	1 mF
C2	47 nF
C3	4,7 nF
C4	2,2 μF
Q1	BC328
Q2, Q3	BC558
Q4	BC338
U1	4027
U2	4001
ALTOPARLANTE	
P8	

questa situazione, collegando l'alimentazione, il circuito può funzionare immediatamente appena collegato e per fermarlo si deve premere P8. Quando il transistor Q1 conduce, l'oscillatore si attiva e la sua uscita viene connessa direttamente al transistor Q4 che a sua volta attiva direttamente l'altoparlante. Il transistor è del tipo Darlington con un guadagno in corrente, per ottenere una buona potenza sonora nell'altoparlante.

Avviamento

Prima di collegare il circuito bisogna assicurarsi che l'alimentazione dei due integrati sia ben collegata e che tutti i transistor siano collegati in maniera corretta. Dobbiamo anche fare attenzione alla polarità dei condensatori elettrolitici. È importante non dimenticarsi di collocare la resistenza R10, per limitare la corrente sul collettore del transistor Q4 che pilota l'altoparlante.

Il circuito elimina i rimbalzi dei contatti.

Lettera intermittente

Come realizzare una lettera che si illumina ad intermittenza: migliorerà l'efficacia degli allarmi luminosi.

Ora che disponiamo di un display su cui possiamo rappresentare dei numeri, oltre che alcune delle lettere dell'alfabeto, cerchiamo di migliorarne l'utilizzo come allarme o segnale di avviso; aggiungiamo l'illuminazione ad intermittenza per richiamare maggiormente l'attenzione. Rappresenteremo, come esempio, la lettera 'A'.

Funzionamento

Il circuito è formato da un oscillatore astabile basato su un 555 e da un display. L'oscillatore realizzato con il 555 è un astabile un poco particolare, perché le resistenze che determinano i tempi T1 – uscita a livello alto – e T2 – uscita a livello basso – sono indipendenti; nel calcolo di T1, cioè, conta solamente la resistenza R1, mentre nel calcolo di T2 contano la resistenza R2 e il potenziometro P1.

Otteniamo questo effetto grazie al diodo D1. Sul display verrà rappresentata una 'A' quando l'uscita dell'astabile sarà un livello alto, mentre il display rimarrà spento quando la sua uscita sarà 0.

Il circuito

Scelta la lettera, o il numero, da rappresentare, andranno scelti anche i segmenti che sarà necessario illuminare. Nel caso della lettera 'A' maiuscola, si devono illuminare tutti i segmenti ad eccezione del segmento d. Per ogni segmento potremmo utilizzare una resistenza di polarizzazione: un'estremità di tutte queste resistenze si collegherebbe al terminale 3 del circuito integrato 555 e l'altra estremità ai diversi segmenti.

Quando l'uscita del circuito integrato sarà a livello alto, apparirà la lettera 'A' maiuscola. In questo caso, la resistenza da utilizzare è da 47 Ω; ne viene utilizzata una per tutti i sei LED. In quanto all'astabile, essendo indipendenti i tempi in cui l'uscita è a livello alto, che corrisponde al tempo di carica di C1 (si effettua solamente attraverso R1) si evita il passaggio della corrente per R2 e P1 quando si collega il diodo D1. Quando l'uscita è a basso livello, il diodo rimarrà in uno stato di conduzione inversa e quindi darà inizio alla scarica del condensatore attraverso R2 e P1. Il periodo di tempo in cui l'uscita del circuito integrato rimane a livello alto è di circa 0,1 secondi; per il livello basso, invece, ci si può avvalere di un potenziometro che permette una piccola regolazione.

L'intermittenza attrae l'attenzione

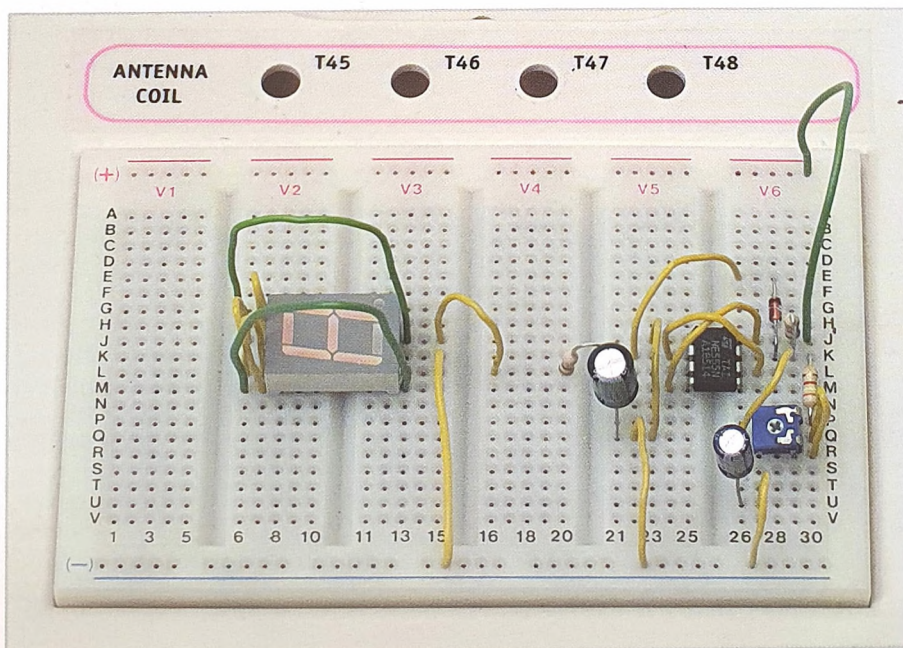
Lettera intermittente

COMPONENTI	
R1	3K3
R2	3K9
R3	47 Ω
P1	100 K
C1	47 µF
C2	100 µF
D1	1N4148
U1	555
DISPLAY	

Esperimento 1

Un buon esercizio è quello di togliere il diodo D1. Potremo così verificare rapidamente l'effetto che esso produce nel periodo del segnale d'uscita dell'astabile. Vedremo come aumenta il tempo d'accensione del display, perché adesso su quest'ultimo influiscono R1, R2 e P1.

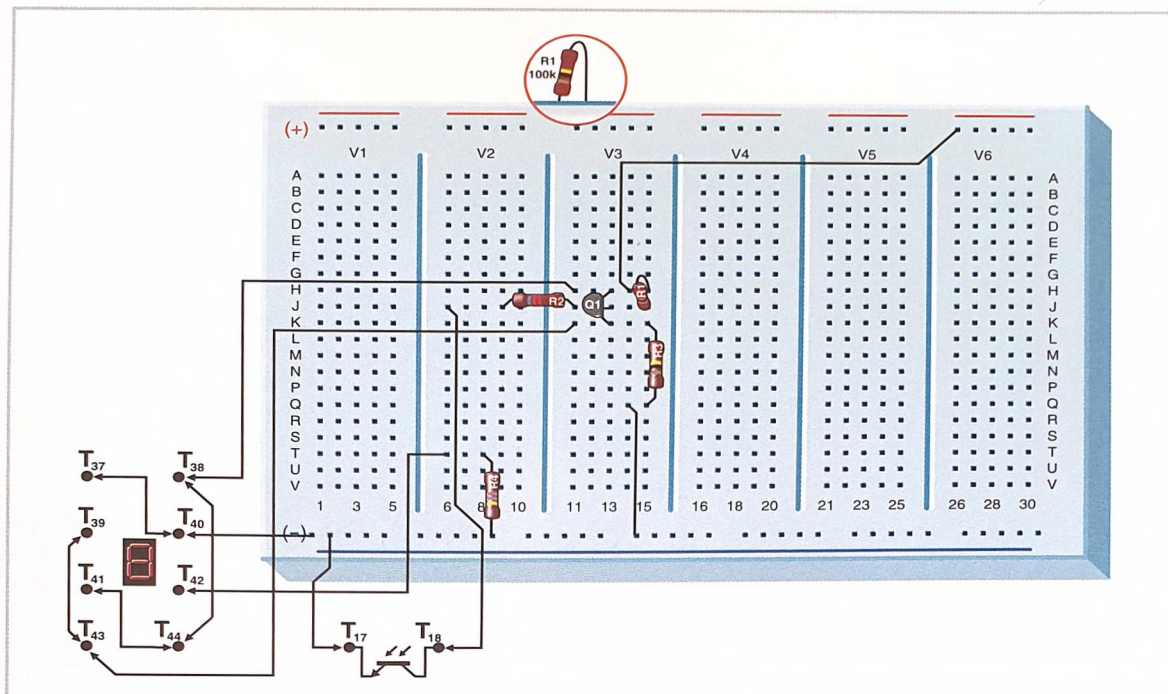
Esperimento 2

Un'altra esercitazione consiste nel cambiare la lettera che deve apparire all'uscita. Per mettere, per esempio, la lettera 'P' di pericolo, uniremo all'uscita dell'oscillatore i segmenti a, b, e, f, g, mentre lasceremo liberi i terminali corrispondenti ai segmenti c e d.

Indicatore luminoso intermittente.

Esperimento 3

Possiamo attivare, o disattivare, questo circuito da un altro circuito. Utilizziamo a questo scopo il terminale 4 del RESET: quando è collegato al positivo, il circuito oscilla, mentre quando lo si collega al negativo, non funziona. Per realizzare questo esperimento basta collegare un cavo a questo terminale e vedere cosa succede quando viene collegato al positivo – o al negativo – dell'alimentazione.

Indicatore giorno notte

Di giorno presenta la lettera "d" (day) e di notte la lettera "n" (night).

Questo circuito utilizza il display per indicare se sia giorno o notte. In questo esperimento risulta tutto molto vicino, ma in un circuito di utilizzo pratico il sensore può essere collocato all'esterno e il resto del circuito all'interno, per esempio in una cantina senza luce naturale. In questo modo possiamo sapere quando scende la notte.

Il circuito

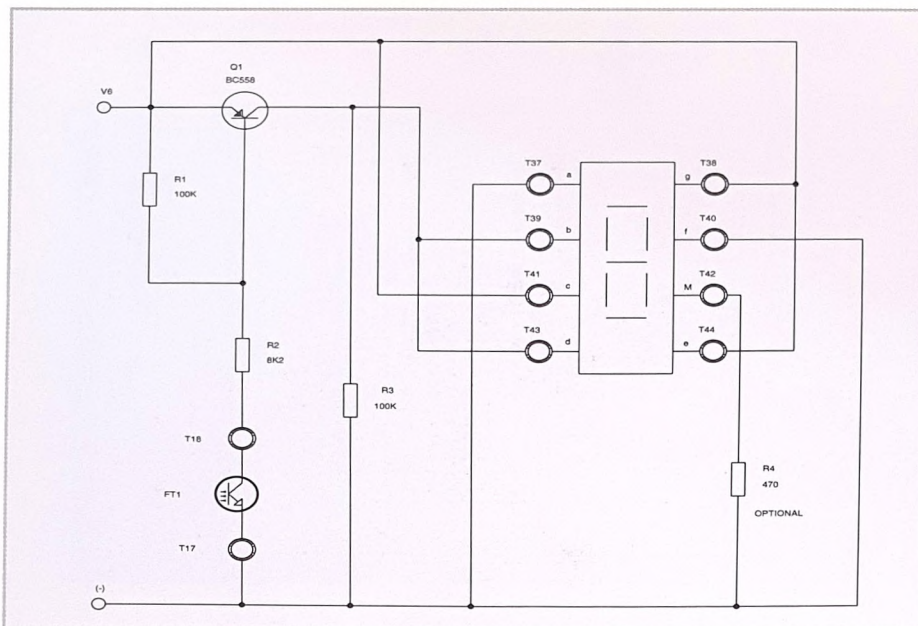
Il circuito è composto da due parti ben differenziate. Da un lato il display su cui verranno rappresentate le lettere "d" e "n" per indicare, rispettivamente, il giorno e la notte e dall'altro il sensore e i componenti ad esso associati. Le lettere "d" e "n" minuscole hanno tre segmenti in comune: il c, e il g che vengono direttamente collegati al positivo dell'alimentazione, tenendo conto del fatto che il modulo display incorpora nel suo circuito stampato le resistenze che limiteranno la corrente di ogni LED. I segmenti b e d, necessari all'indicazione del giorno si illuminano a seconda del livello di luce captato dal fototransistor.

Quando il fototransistor non riceve luce, è interdetto e presentando tra i suoi terminali del collettore e dell'emettitore una elevatissima resistenza, il transistor Q1 sarà anch'esso interdetto e i segmenti b e d spenti. Quando il fototransistor riceve un livello di luce adeguato, tra il collettore e l'emettitore circola della corrente che fa polarizzare il transistor Q1 e attivare i segmenti d e b. In realtà, il transistor Q1 agisce come un interruttore controllato dalla luce che il fototransistor FT1 riceve.

Funzionamento

Il circuito deve funzionare quando si collega l'alimentazione, che sarà compresa tra 6 e 9 Volt. Il display indicherà direttamente "d" o "n", a seconda del livello di luce captata dal fototransistor. I segmenti corrispondenti alla lettera "n" minuscola (c, e, g) devono illuminarsi anche con la lettera "d" e pertanto saranno sempre accesi, sia giorno o notte, sempre che siano stati collegati direttamente alla linea dell'alimentazione positiva. In questo modo, si dovrà solamente illuminare i segmenti d e b perché indichino che è giorno. Anche se il progetto è stato pensato per rilevare la differen-

La luce viene rilevata da un fototransistor

Indicatore giorno notte

COMPONENTI	
R1, R3	100 K
R2	8K2
R4	470 Ω
Q1	BC558
DISPLAY	
FOTOTRANSISTOR	

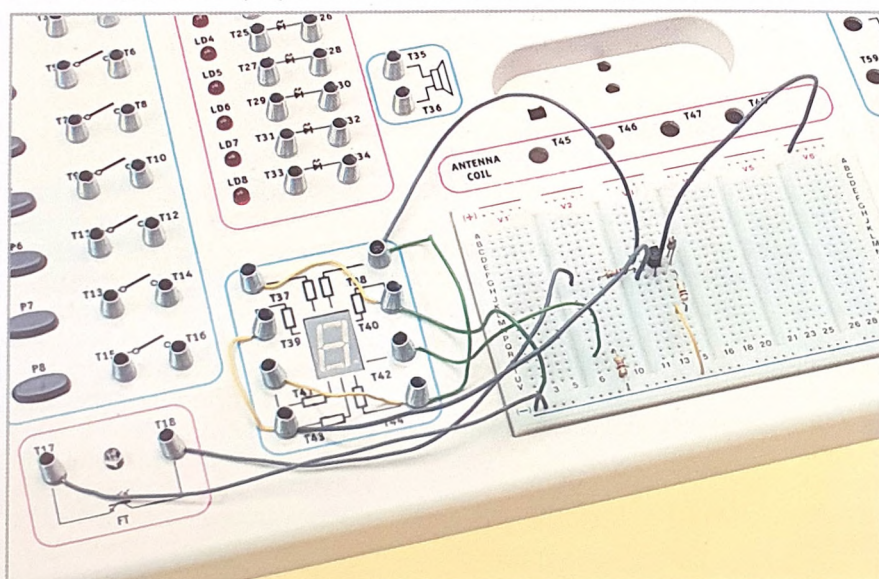
Ω è un optional e limita la corrente che circola attraverso i LED; la si deve eliminare se si alimenta il circuito con una tensione bassa, da 4,5 Volt o anche da 3 Volt.

za dell'illuminazione tra giorno e notte, può essere impiegato anche per rilevare la luce artificiale.

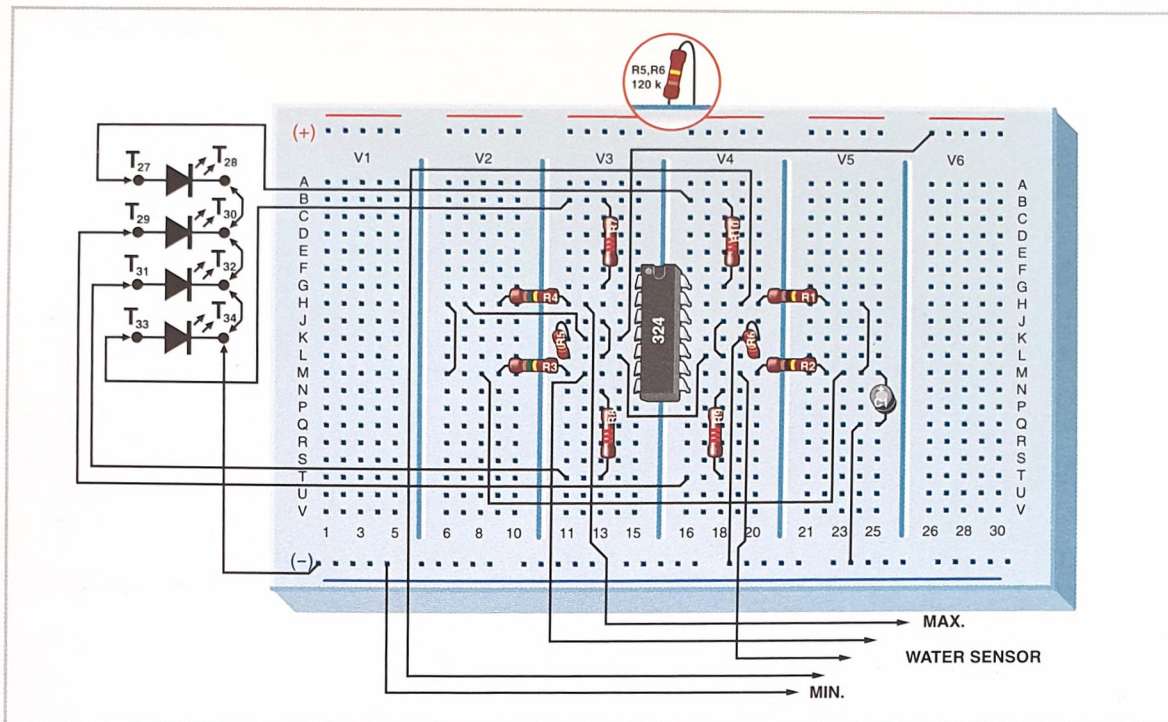
Avviamento

Se il montaggio non funzionasse correttamente, la prima cosa da fare sarebbe togliere l'alimentazione. Si verificherà che il fototransistor è stato ben collegato, come il transistor Q1 e il terminale comune (M) del display. La resistenza R4 da 470

Iniziano le sperimentazioni

Se invece di "d" e "n" volessimo rappresentare per esempio una "c" (chiaro) o una "o" (oscurità), si devono collegare i segmenti a, d, e ed f direttamente al positivo dell'alimentazione. I segmenti b e c vanno collegati al collettore del transistor Q1 e il segmento g al negativo dell'alimentazione. Sia nello schema che nel montaggio, si può vedere che i terminali T63 e T40 sono collegati al negativo dell'alimentazione; queste connessioni non sono necessarie per il funzionamento del circuito e possono essere tolte per verificare che non hanno alcun effetto. Se, però, si vuole illuminare questi segmenti, si deve utilizzare questo cavo di connessione, ma invece di portarlo al negativo, lo si porterà al collettore del transistor Q1, o al positivo dell'alimentazione, a seconda che si debba illuminare grazie alla luce o al buio.

Indicatore delle due lettere: cambiano con l'illuminazione.

Indicatore del livello di un liquido

Indica quattro possibili livelli di un recipiente contenente acqua.

In questo esperimento si utilizzano come sonde dei cavi spelati a un'estremità, di modo che una volta collocati nel recipiente con l'acqua, ci possano indicare il livello delle quattro diverse altezze in cui è stato suddiviso il contenitore. Ricordiamo che si tratta di un circuito sperimentale e che non possiamo utilizzarlo in nessun deposito di acqua potabile, perché, dato che i cavi sono sottoposti alla tensione a causa dell'elettrolisi, possono formarsi delle sostanze estranee che, anche se in piccola quantità, non devono essere ingerite. Si deve utilizzare solamente acqua, mai liquidi sconosciuti o infiammabili; dopo l'esperimento dobbiamo svuotare il recipiente e lavarlo.

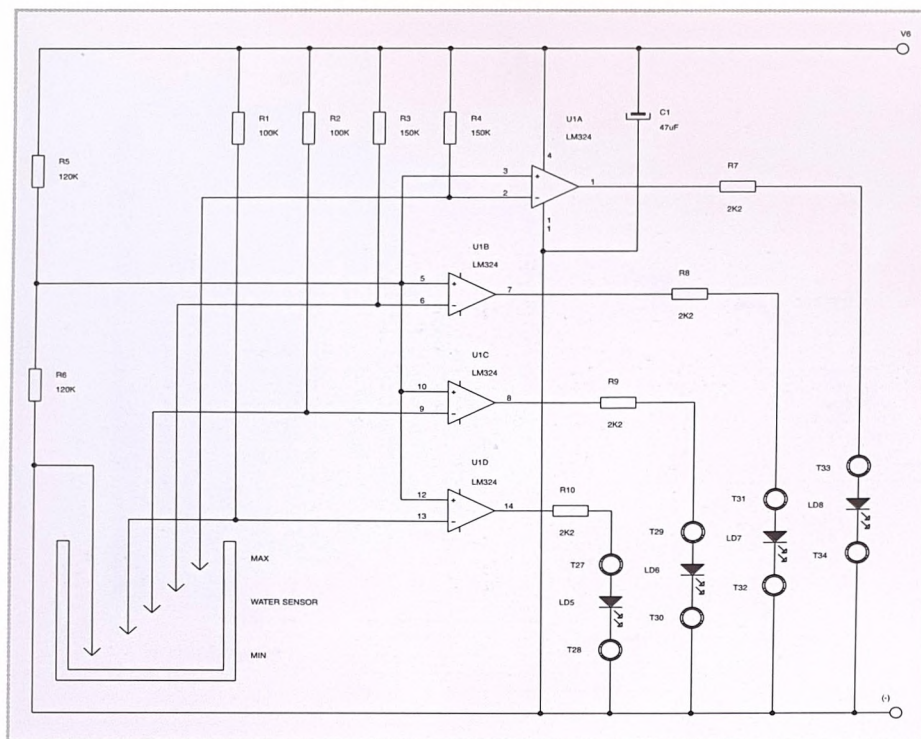
Il circuito

Il principio cui ci riferiamo per poter rilevare il livello dell'acqua è la sua conduttività. Ad ogni livello c'è un circuito comparatore realizzato a partire da uno degli operazionali contenuti nel LM324. In questo modo, se l'entrata nel terminale non invertente (+) dell'operazionale è maggiore di quella nel terminale invertente (-), l'uscita sarà un livello alto e il LED corrispondente si illumina. Per effettuare la rilevazione si fa circolare nel serbatoio una piccola corrente tra un filo collegato al negativo dell'alimentazione e i cavi che formano i sensori collocati nel recipiente. Questi cavi saranno spelati a un'estremità, cosicché ci sia almeno un punto di contatto con l'acqua. Senza acqua, i terminali invertenti (+) avranno una tensione uguale a quella dell'alimentazione, mentre nei terminali non invertenti (-) si è stabilita la metà della tensione dell'alimentazione. Perciò, tutti i LED saranno spenti e in questo stato indicheranno che il recipiente è vuoto. Quando il livello dell'acqua raggiunge un sensore, il livello all'entrata invertente dell'operazionale scende al di sotto del riferimento fissato per l'altra entrata e il LED che gli corrisponde si illumina.

I sensori sono in filo di rame

Funzionamento

Verrà collocato un cavo dal negativo dell'alimentazione fino al fondo del recipiente che impieghiamo per effettuare l'esperimento. In seguito, collocheremo uno dei cavi che sono uniti ai terminali invertenti (+) a differenti altez-

Indicatore del livello di un liquido

COMPONENTI	
R1, R2	100 K
R3, R4	150 K
R5, R6	120 K
R7 a R10	2K2
C1	47 µF
U1	LM324
LD5-LD8	

ze. Ognuna di esse sarà quella che indica se c'è o meno dell'acqua. Se tutti i LED sono illuminati, indicano che il serbatoio è pieno. Ogni LED spento indica che il livello dell'acqua è sceso al di sotto dell'altezza a cui era stato collocato il corrispondente sensore.

Attenzione!

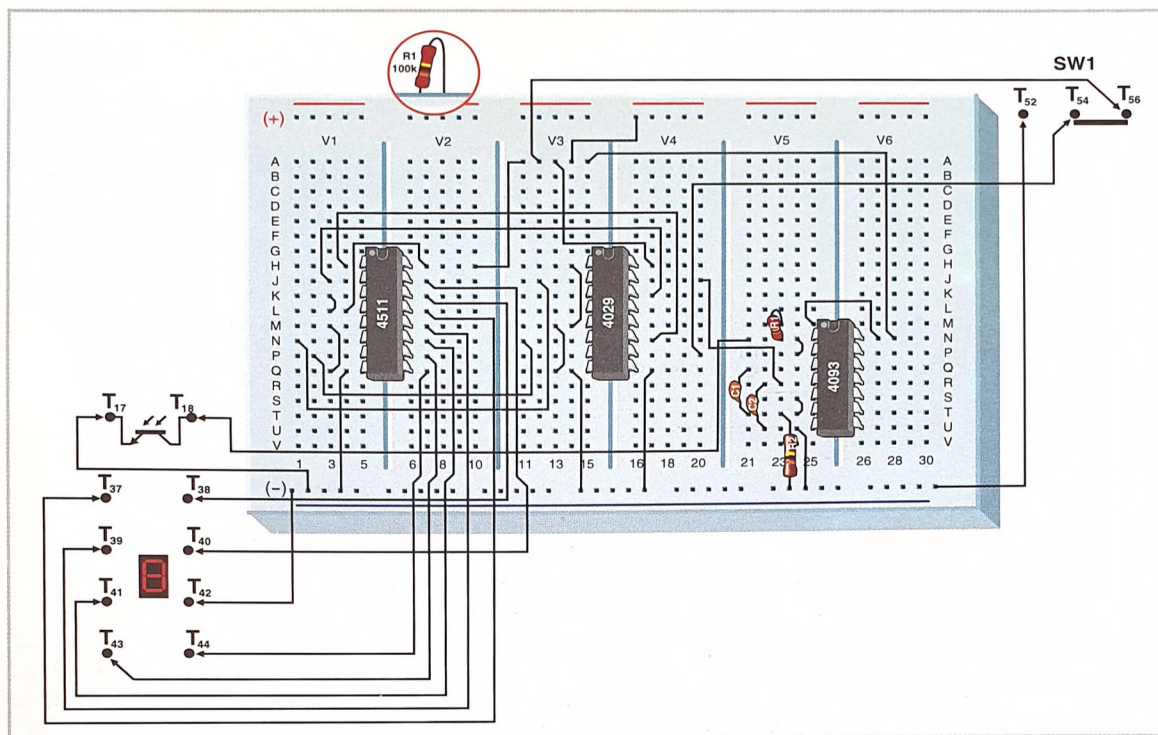
Come abbiamo detto all'inizio, raccomandiamo di non utilizzare questo montaggio nei depositi di acqua per uso domestico. In ogni caso, per fare delle prove, è sempre raccomandabile stagnare molto bene tutte le parti di filo introdotte nell'acqua.

Indicatore sperimentale del livello dell'acqua.

Iniziamo le sperimentazioni

Il circuito non ammette molte modifiche, ma possiamo aumentare le resistenze da R1 a R4 per abbassare la corrente e ridurre al massimo l'effetto dell'elettrolisi. Possiamo anche cambiare le resistenze di polarizzazione dei LED, se la loro luminosità non ci piace. Se l'acqua è pura e demineralizzata, il circuito potrebbe funzionare non molto bene; possiamo ovviare a ciò aggiungendo all'acqua del comune sale.

Contatore ottico

Il contatore avanza o retrocede quando si interrompe la luce che colpisce il fototransistor.

Il circuito in sé è un contatore decimale con un display, ma possiede la particolarità per cui il clock che porta al contatore viene generato a partire dagli impulsi rilevati dal fototransistor quando si interrompe, per esempio con la mano, il fascio di luce che lo colpisce. Il contatore può avanzare in modalità ascendente o discendente, a seconda della selezione effettuata con il commutatore SW1.

Il circuito

Il montaggio può essere suddiviso in tre parti: quella che si incarica di generare gli impulsi che sostituiscono il clock, il contatore e il sistema di rappresentazione visiva. Il generatore di impulsi si attiva grazie al cambiamento di livello che si produce quando il fototransistor rileva una diminuzione della luminosità. L'impulso prodotto incrementa, o fa decrescere, il contatore, a seconda se sia stato configurato in modalità ascendente o discendente con il commutatore SW1. L'uscita del contatore viene collegata direttamente al decodificatore a sette segmenti che controlla direttamente il display.

Si contano le interruzioni di luce

Funzionamento

Il circuito, come abbiamo detto, è un contatore BCD ascendente o discendente, opzione praticabile con il commutatore SW1. Il numero del conteggio apparirà rappresentato sul display. La generazione degli impulsi del conteggio si realizza quando la mano passa vicino al fototransistor del laboratorio FT1. Può essere che il montaggio non funzioni molto bene in determinati ambienti, con moltissima o pochissima luce. Più avanti spiegheremo dettagliatamente il perché e daremo anche qualche importante commento.

Come viene captato il movimento

Per generare gli impulsi del clock si utilizza come sensore il fototransistor FT1. Questo dispositivo elettronico viene polarizzato grazie alla resistenza R1, di modo che con il consueto livello della luce esistente in un appartamento, è quasi saturato tra collettore ed emittitore, per cui all'entrata della porta U1A c'è un livello basso.

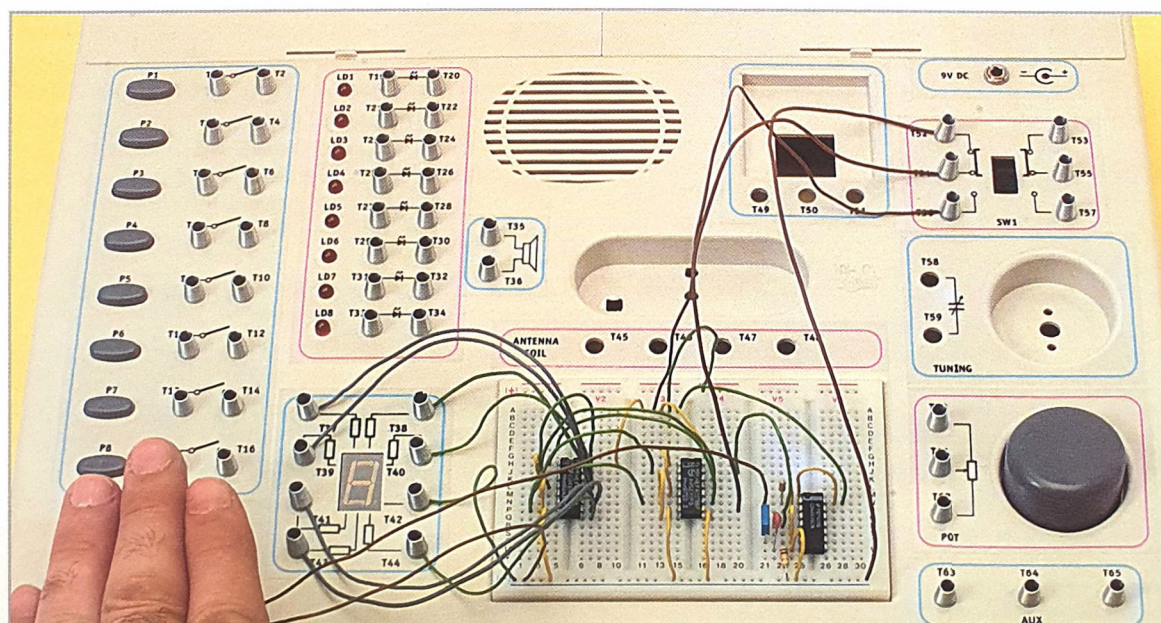
Quando si avvicina la mano, togliendo quindi parte della luce che riceve, il fototransistor viene inter-

Contatore ottico

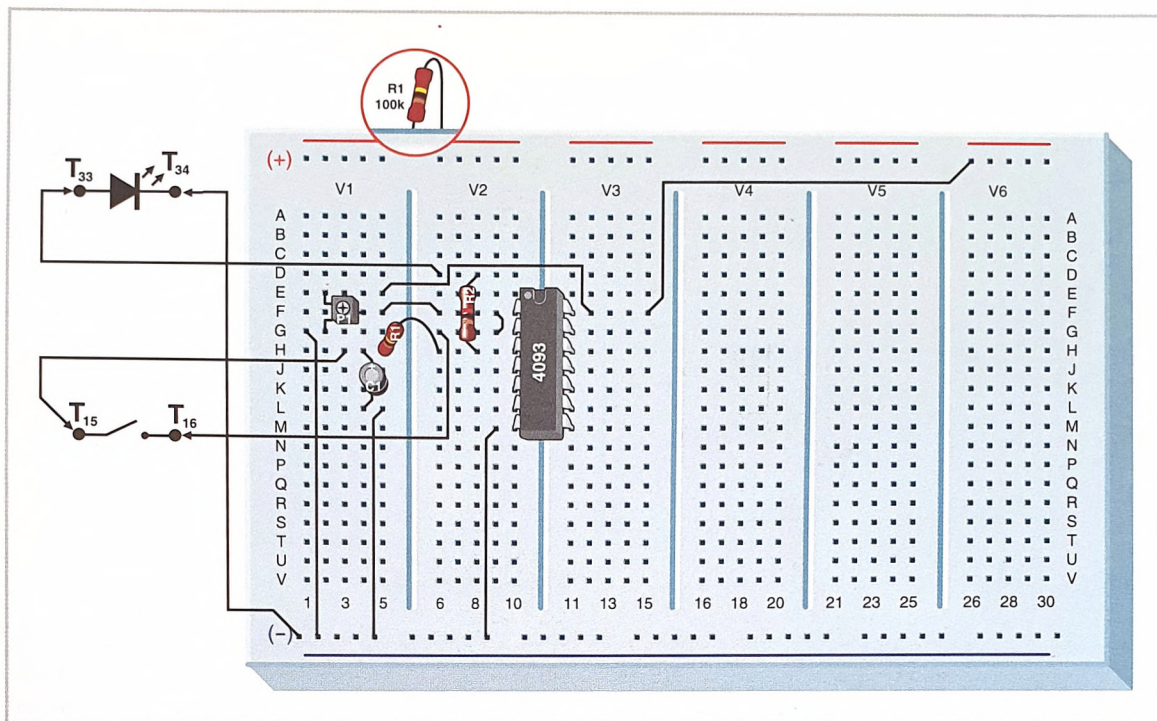
COMPONENTI	
R1, R2	100 K
C1	220 nF
C2	1 nF
U1	4093
U2	4029
U3	4511
FT1	
DISPLAY	
SW1	

detto, per cui tra collettore ed emittitore esiste un livello alto che si trasmette attraverso la porta U1A. L'obbiettivo di un progetto è riuscire ad ottenere esattamente questo: che il rilevatore sia così sensibile da far produrre tra il suo collettore ed emittitore questo cambiamento, perché provocherà l'impulso del clock. Se nell'abitazione c'è molta luce, o se si colloca vicino al circuito una lampada, si deve abbassare la resistenza R1, per ottenere una diversa sensibilià del circuito. Invece, se il livello di luce non è molto elevato, conviene aumentarne il valore, per raggiungere la sensibilità di cui il circuito necessita per funzionare.

Precauzioni

Si deve tenere conto del fatto che il sensore non è stato inserito in nessun tipo di contenitore e che, quindi, può facilmente attivarsi a causa di qualunque ombra. Per facilitare la realizzazione dell'esperimento e perché il circuito conti bene, ad ogni passaggio della mano deve generarsi un impulso, per cui dobbiamo passare rapidamente vicino al sensore. Per ridurre l'area in cui il sensore è in grado di captare, si può sistemare un piccolo cilindro di cartone nero.

Il contatore conteggia le interruzioni di luce.

Interruttore on/off con porta NAND

Azionando semplicemente un pulsante, spegneremo e accenderemo un LED.

Un interruttore è meccanico e apre o chiude dei contatti metallici che col passare del tempo tendono a deteriorarsi. Abbiamo sostituito anche la meccanica con l'elettronica, realizzando un interruttore elettronico a partire da una semplice porta NAND Trigger Schmitt.

Funzionamento

Il funzionamento di questo circuito si basa sul funzionamento delle porte Trigger Schmitt. Sono contraddistinte dalla particolarità di avere livelli di tensione d'entrata fissi; a questi livelli si verifica il cambiamento del livello logico in uscita. Questa caratteristica ci consente, mediante il pulsante, di poter approfittare di due livelli di accensione.

Solamente una porta NAND Trigger Schmitt

Il circuito

Se il livello logico di uscita è '1' (lo stabiliamo noi adesso, per ipotesi) il condensatore, attraverso R1, si carica. Quando premiamo P8, l'entrata della porta passerà a livello alto (perché il condensatore è completamente caricato) e l'uscita passerà al livello basso '0'. Il condensatore, adesso, si scarica, anche se non completamente perché azionando P8 manteniamo il livello esistente nel punto medio del potenziometro P1.

Tuttavia, la caduta di tensione all'entrata della porta non darà luogo a un cambiamento di stato dell'uscita, perché il livello dell'entrata sarà al di sotto di quello d'accensione della porta.

Questo livello di tensione intermedia rimarrà, mentre P8 è attivo. Quando apriamo P8, il condensatore C1 si scaricherà completamente. Gli 0 Volt del condensatore non influenzeranno la porta perché il pulsante non è azionato, per cui l'entrata è isolata. Se adesso premiamo P8, gli 0 Volt (livello basso '0') del condensatore si collegheranno all'entrata della porta Trigger Schimtt la cui uscita cambierà di stato. Regolare correttamente P1 è molto importante altrimenti il circuito non funzionerà perfettamente, anche se, come vedremo una volta che avremo completato il montaggio, non è del tutto vero. Approfondiremo più avanti questo punto.

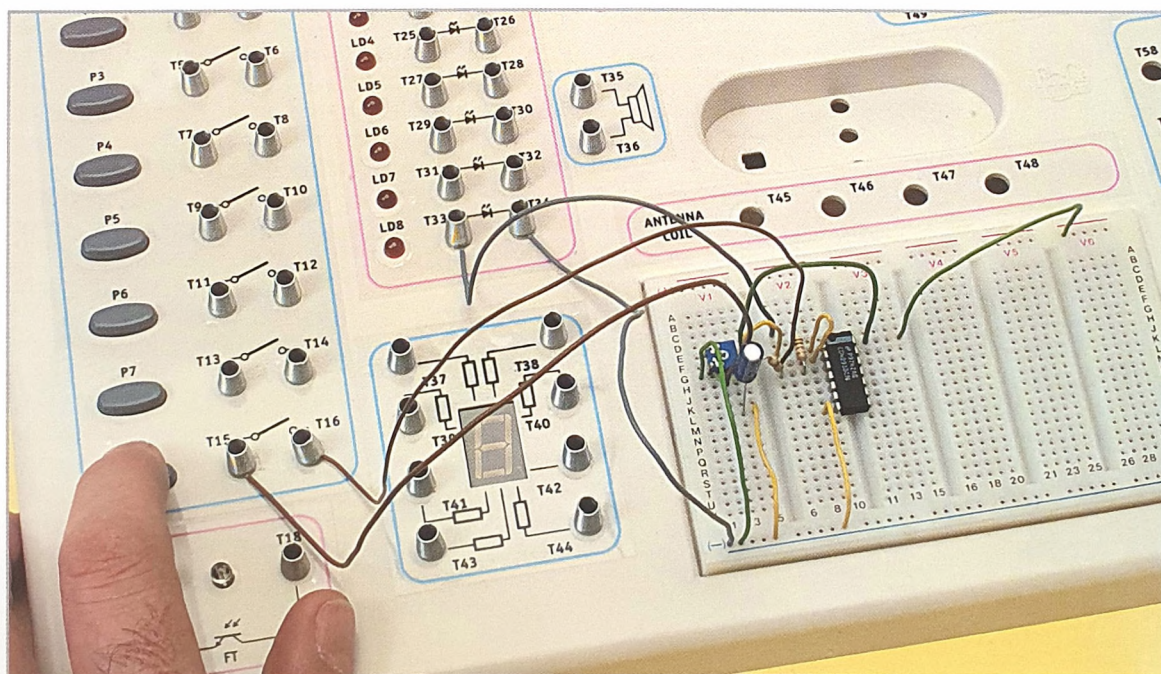
Interruttore on/off con porta NAND

COMPONENTI	
R1	100 K
P1	100 K
C1	1 µF
U1	4093
LD8	
P8	

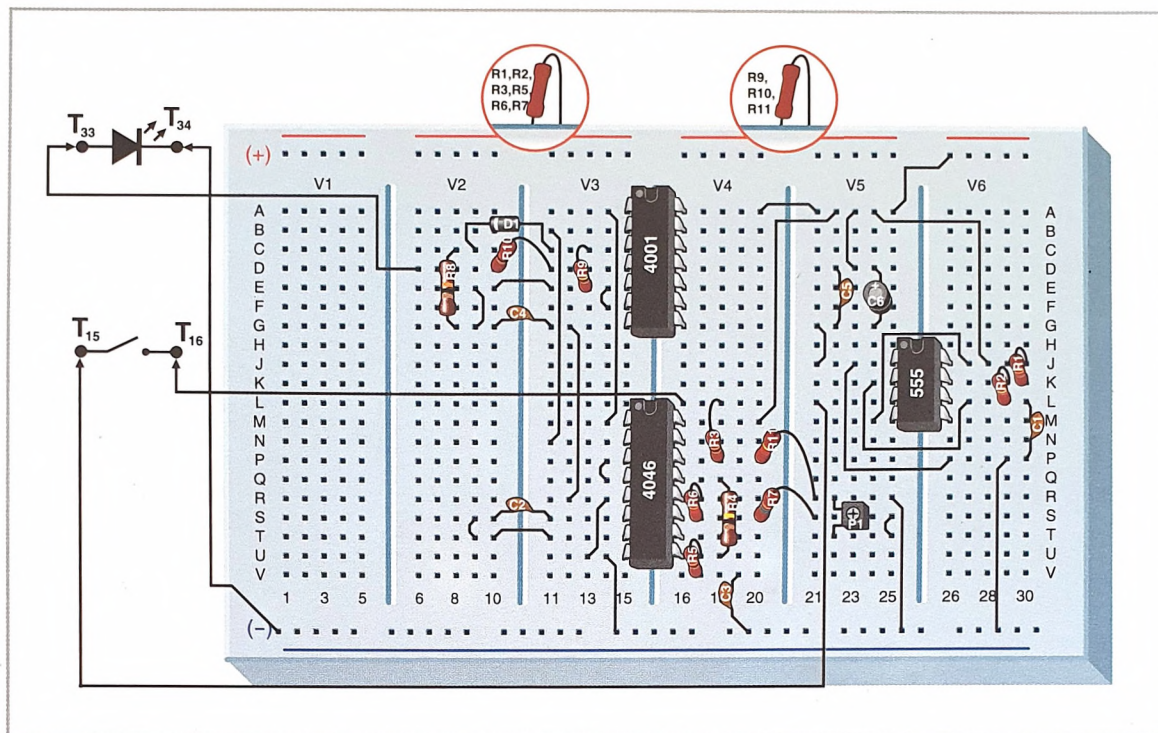
Avviamento

Il circuito funzionerà adeguatamente se effettuiamo i collegamenti seguendo lo schema. È possibile che si debba variare un poco il comando del potenziometro P1 per regolare la corrente di carica di C1, ma se l'alimentazione del 4093 è corretta e il condensatore ha la polarità collegata correttamente, deve funzionare.

Esperimento

Si può cambiare il condensatore del circuito e la resistenza R1 con altri valori e verificare come questo fatto possa influenzare il tempo durante il quale si deve mantenere premuto P8, se il condensatore e la resistenza hanno un valore molto alto, perché in questo caso sul circuito influiranno i tempi di carica e scarica del condensatore.

Lo stato dell'uscita cambia ogni volta che P8 viene schiacciato.

Rilevatore di frequenza

L'uscita del circuito viene attivata quando al suo ingresso riceve un segnale da 1 kHz.

Il circuito integrato 4046 è un PPL e viene principalmente utilizzato per rilevare i toni, quei segnali, cioè, ad una determinata frequenza. La sua uscita si attiva solamente quando riceve un segnale con una frequenza determinata dai componenti esterni.

Il circuito

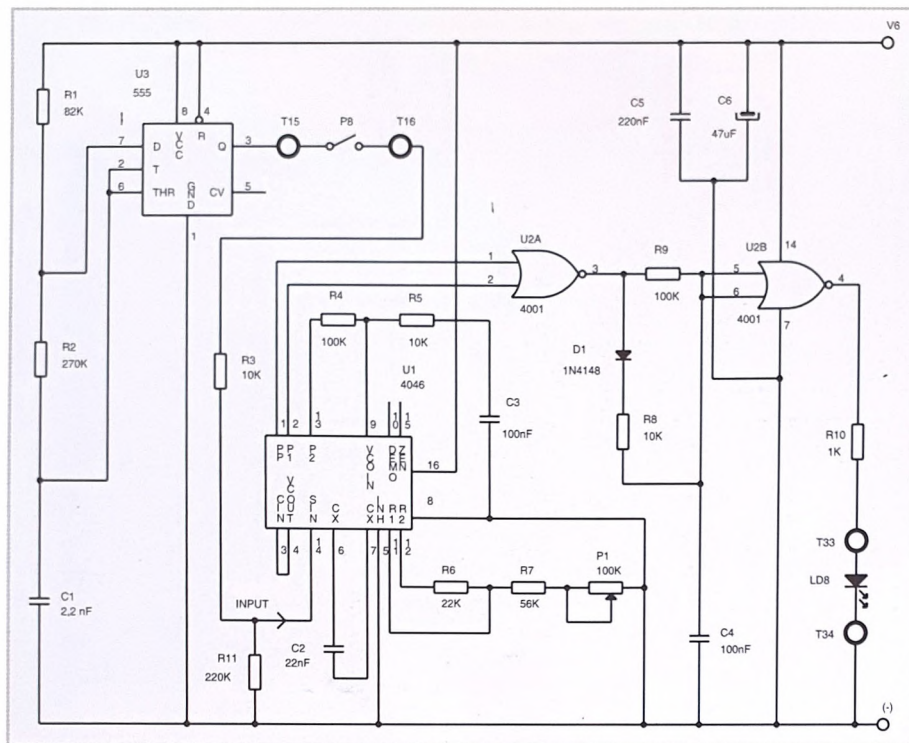
Il segnale entra nel circuito attraverso il terminale 14 del circuito integrato 4046. Le due porte NOR del circuito integrato 4001 vengono utilizzate per pilotare il LED quando il circuito rileva il tono per cui è stato progettato. La frequenza rilevata viene regolata grazie al potenziometro P1. Se il lettore dispone di un generatore di frequenze intorno a 1 kHz, può applicarlo direttamente all'entrata 14 del 4046, ma dato che queste utilità non sono alla portata di tutti, viene inserito un piccolo oscillatore – approssimativamente 1 kHz – costruito con un 555 configurato come oscillatore astabile. Il pulsante P8 viene utilizzato per applicare il tono al resto del circuito. Le resistenze R3 e R11 costituiscono un piccolo divisore di tensione ed evitano, inoltre, che l'entrata 14 rimanga fluttuante quando P8 non viene premuto e che non abbia modo di captare segnali indesiderati; ciò è reso possibile dalla resistenza R11.

Si attiva con un tono

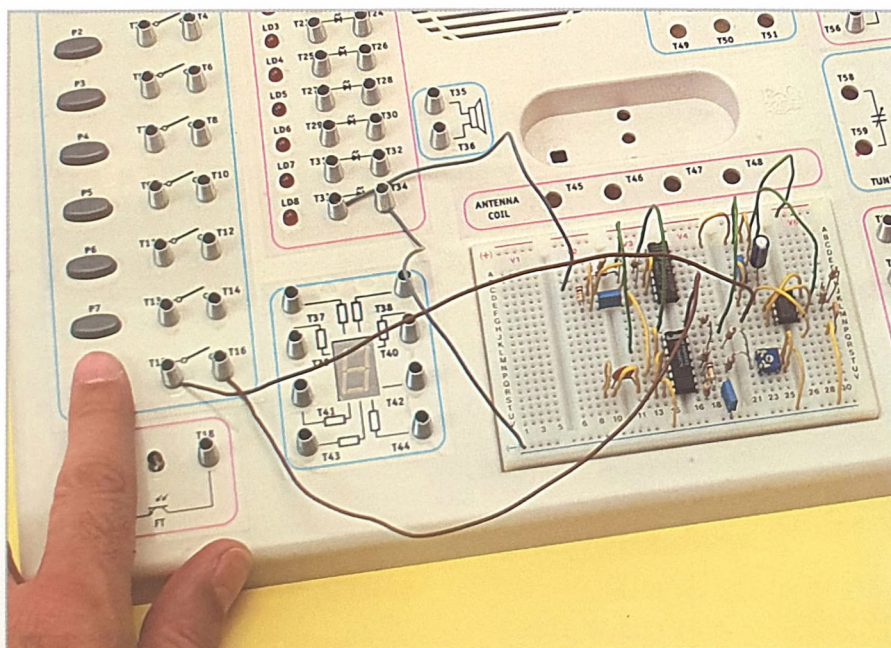
Regolazione

Questo circuito necessita di essere regolato prima di essere utilizzato. Prima di collegare l'alimentazione, bisogna verificare tutte le connessioni e tutti i componenti. Innanzitutto, si devono verificare i valori delle resistenze R1, R2 e del condensatore C1, fondamentale per riuscire ad avere all'uscita 3 del 555 un tono da 1 kHz. Possiamo sentirlo a orecchio collegando uno dei terminali dell'altoparlante a (-) e l'altro al terminale T15; dobbiamo ricordarci di interporre, però, una resistenza da 100 Ω. Un tono da 1 kHz, infatti, si può facilmente sentire. Questa parte di circuito non appartiene al rilevatore, ma è fondamentale per realizzarne la regolazione, se non si dispone di un generatore che eroghi la suddetta frequenza.

Quando premiamo P8, dobbiamo regolare lentamente il cursore del potenziometro P1 fino a quando il diodo LED non si illumina; lasciando libero P8, quest'ultimo do-

Rilevatore di frequenza

COMPONENTI	
R1	82 K
R2	270 K
R3, R5, R8	10 K
R4, R9	100 K
R6	22 K
R7	56 K
R10	1 K
R11	220 K
P1	100 K
C1	2,2 nF
C2	22 nF
C3, C4	100 nF
C5	220 nF
C6	47 µF
D1	1N4148
U1	4046
U2	4001
U3	555
P8	
LD8	

vrà spegnersi. Se variamo leggermente la frequenza, facendo passare, per esempio R2 da 270K a 220K, la frequenza cambierà un poco e il diodo LED, premendo P8, non si illuminerà, perché la frequenza ricevuta non corrisponde a quella con cui è stata effettuata la regolazione.

Rilevatore di tono con generatore per la sua regolazione.

Rilevatore

Questo tipo di rilevatore si utilizza nei comandi a distanza più elementari; in seguito porteremo a termine degli esperimenti di questo tipo.

Come possiamo vedere, il circuito è molto selettivo e risponde solamente a una determinata frequenza. Questo tipo di circuiti è "esigentissimo" per quanto concerne il valore dei componenti e, per funzionare correttamente, deve essere attentamente montato.

Indicatore del livello dei liquidi con display

I diodi orizzontali del display hanno il compito di indicare il livello dell'acqua.

Il circuito indica su di un display il livello dell'acqua mediante dei LED corrispondenti ai segmenti a, d e g. In realtà, i livelli sono due e verranno indicati, rispettivamente, mediante i diodi del segmento g o del segmento a, che segnalerà il massimo livello.

Il circuito

Il principio di cui all'inizio ci siamo avvalsi per rilevare il livello dell'acqua è la conduttività che quest'ultima possiede se viene attraversata da una corrente elettrica. Il LED corrispondente al segmento d – indicherà il deposito vuoto – sarà sempre illuminato. Per ciascuno degli altri due livelli viene utilizzato un transistor PNP che ne regola la diretta attivazione. A questo scopo, lo si fa lavorare in stato di commutazione: o tutto o niente. Se le basi dei transistor sono aperte, i transistor non conducono perché sono entrambi interdetti e ambedue i LED quindi, sono spenti. Le basi, invece, sono state collegate a massa attraverso l'acqua che unisce elettricamente i cavi collegati ai terminali T63, T64 e T65. Possiamo sorprenderci, osservando lo schema, notando che i due transistor non hanno né la resistenza del collettore né quella dell'emittitore: ci stiamo dimenticando che il circuito stesso del display ha una resistenza per ogni segmento. Le correnti circolanti in base sono piccole; in questo modo eliminiamo gli effetti dell'elettrolisi.

Il sensore è un cavo senza copertura

Funzionamento

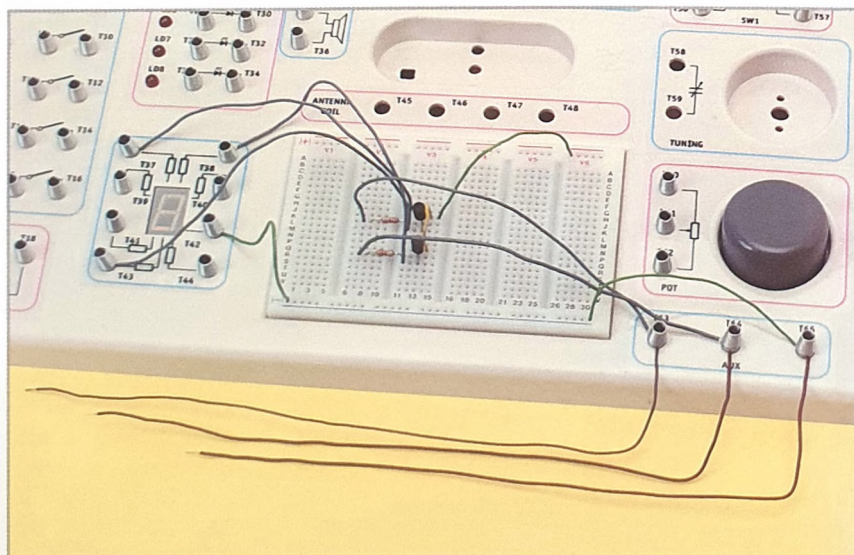
La cosa più importante è collocare il cavo collegato al terminale T65 – negativo dell'alimentazione – sul fondo del recipiente, il cavo corrispondente al terminale T63 nella parte superiore del recipiente e

Indicatore del livello dei liquidi con display

COMPONENTI	
R1, R2	2K2
Q1, Q2	BC558
DISPLAY	

quello che corrisponde al terminale T64 a metà del recipiente. Così, in assenza dell'acqua, il segmento g resterà illuminato. Aggiungendo dell'acqua, quando essa arriva circa a metà del recipiente, si illuminerà il segmento d. Infine, se il livello dell'acqua continua a salire, quando giunge a toccare il cavo del sensore collocato in cima al recipiente e collegato a T63, il segmento a si illuminerà, indicando che il recipiente è pieno.

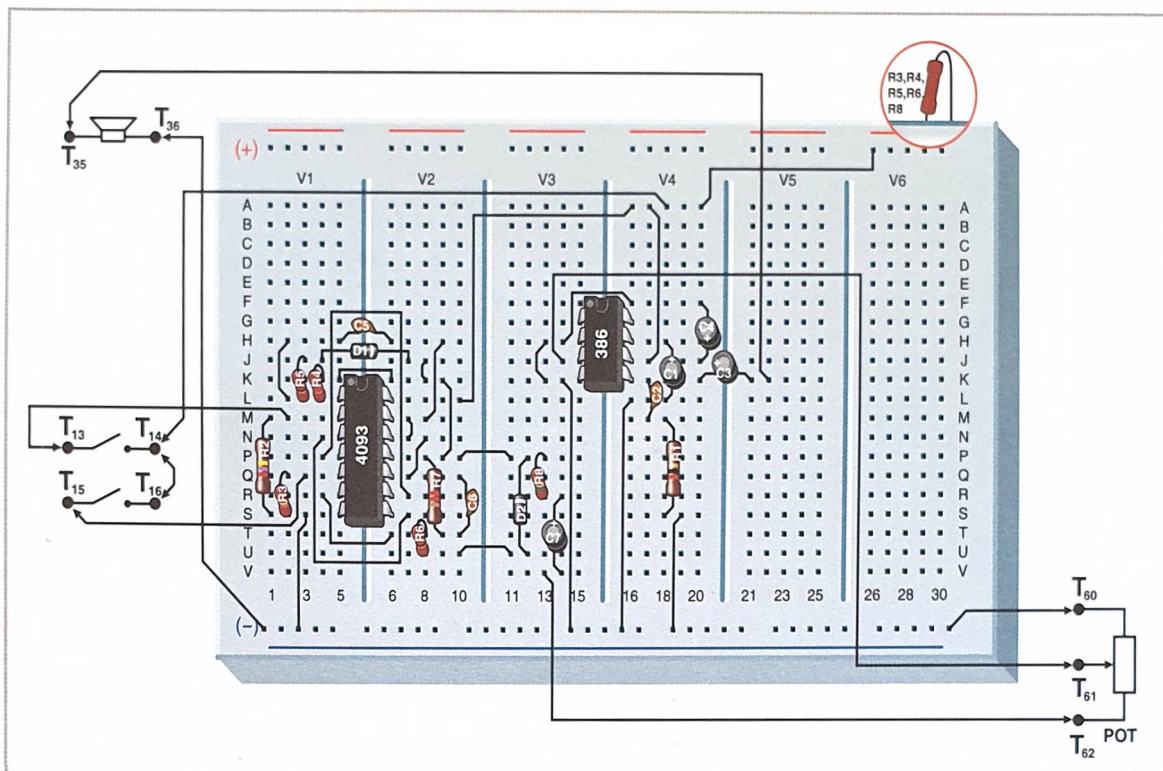
Raccomandazioni

Non possiamo utilizzare questo montaggio per serbatoi di uso domestico: possono generarsi sostanze nocive. Consigliamo di effettuare l'esperimento con un bicchiere di plastica e di togliere l'acqua non appena abbiamo finito. Ad ogni modo, per fare delle prove, si raccomanda di stagnare tutte le parti di filo che verranno introdotte in acqua.

Ogni cavo dovrà essere spellato all'estremità e quindi stagnato.

Esperimento

Il circuito non permette di effettuare molti cambiamenti, tuttavia, possiamo aumentare il valore delle resistenze R1 e R2 per vedere fino a che valore si possa diminuire la corrente della base quando il transistor è in stato di commutazione. Anche in questo modo possiamo ridurre l'effetto dell'elettrolisi. Possiamo anche collegare il connettore di Q2 ai segmenti c ed e, e il collettore di Q1 ai segmenti b e f.

Oscillatore con controllo digitale

La frequenza di uscita dipende dal livello logico di ogni entrata.

In questo oscillatore che genera un'onda quadra, la frequenza di uscita dipende dai livelli logici che sono presenti alle entrate delle porte A e B, con i pulsanti P7 e P8. In questo modo si possono avere quattro combinazioni differenti, una di esse (00), quella cioè senza agire sui pulsanti, è quella di riposo, mentre le altre tre danno origine a tre diverse frequenze.

Il circuito

Nello schema possiamo osservare due parti chiaramente differenziate. Da una parte abbiamo l'oscillatore controllato e dall'altro lo stadio amplificatore di uscita. Le porte U2A e U2B corrispondono alla logica di controllo e sono direttamente collegate ai pulsanti P7 e/o P8.

Da parte sua, l'oscillatore è costituito dalla porta U2D e in funzione del livello in uscita dalle porte U2A o U2B in corrispondenza all'azionamento dei pulsanti P7 e/o P8, le corrispondenti reti formate da R4-C5 o R7-C6 determinano la frequenza dell'uscita. Se tutte e due le entrate sono a livello alto, la frequenza di uscita ci dà un valore intermedio tra gli altri due. Utilizzando i componenti si ottengono delle frequenze di uscita di 1, 2,1 e 1,5 kHz. La rete formata da una resistenza posta in serie con un diodo, R5-D1 e R6-D2, assicura un ciclo di lavoro del 50%.

Controllo mediante livello logico

Funzionamento

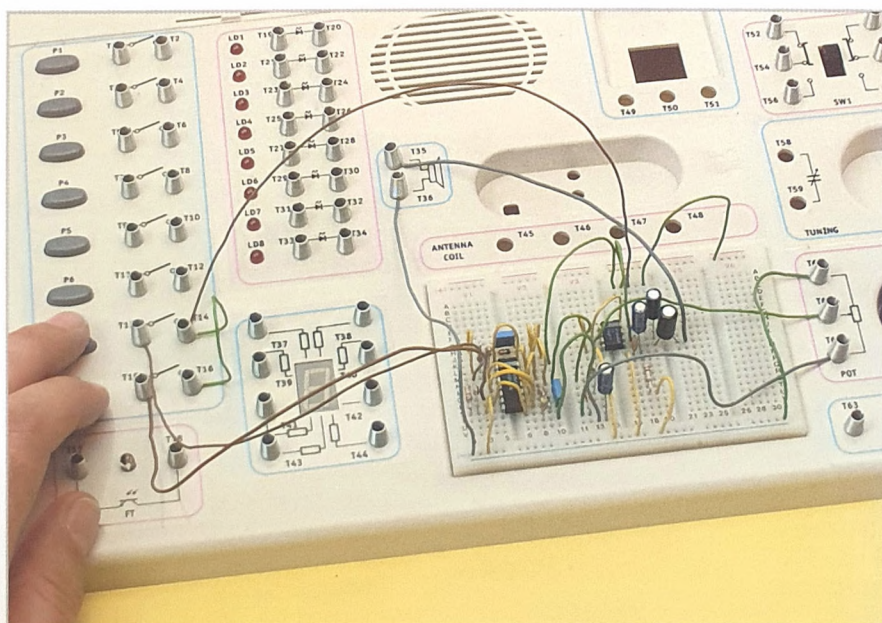
Quando si collega l'alimentazione al circuito, e senza premere nessuno dei due pulsanti, il circuito deve rimanere in stato di riposo. In questo stato l'oscillatore non funziona, per cui dall'altoparlante non si potrà ascoltare assolutamente nulla perché le porte U2A e B sono inibite avendo 0 in una delle entrate di modo che all'uscita ci sarà un '1' fisso. L'azionamento individuale o simultaneo di un pulsante qualsiasi – P7 o P8 – darà luogo alla generazione all'uscita di una frequenza, che si indica nella tavola.

Il circuito dispone anch'esso di un controllo del volume per regolare il livello di uscita dell'alto-

Oscillatore con controllo digitale

COMPONENTI	
R1	2
R2, R3	270 K
R4, R7	1K2
R5, R6	1K
R8	560 K
C1	10 µF
C2	47 nF
C3	220 µF
C4	47 µF
C5	100 nF
C6	220 nF
D1, D2	1N4148
U1	LM386
U2	4093
ALTOPARLANTE	
POTENZIOMETRO	
P7 e P8	

parlante. L'uscita del circuito può essere prelevata tra il terminale T62 e il terminale T60, a seconda del circuito su cui si dovrà applicare il segnale. Il livello di uscita è sufficiente per pilotare i circuiti della serie 4000, nel caso che il controllo del volume dell'amplificatore non sia necessario.

P7	P8	USCITA
0	0	OFF
0	0	1 KHz
1	1	2,1 KHz
1	1	1,5 KHz

La frequenza di uscita dipende dal livello logico di ogni entrata.

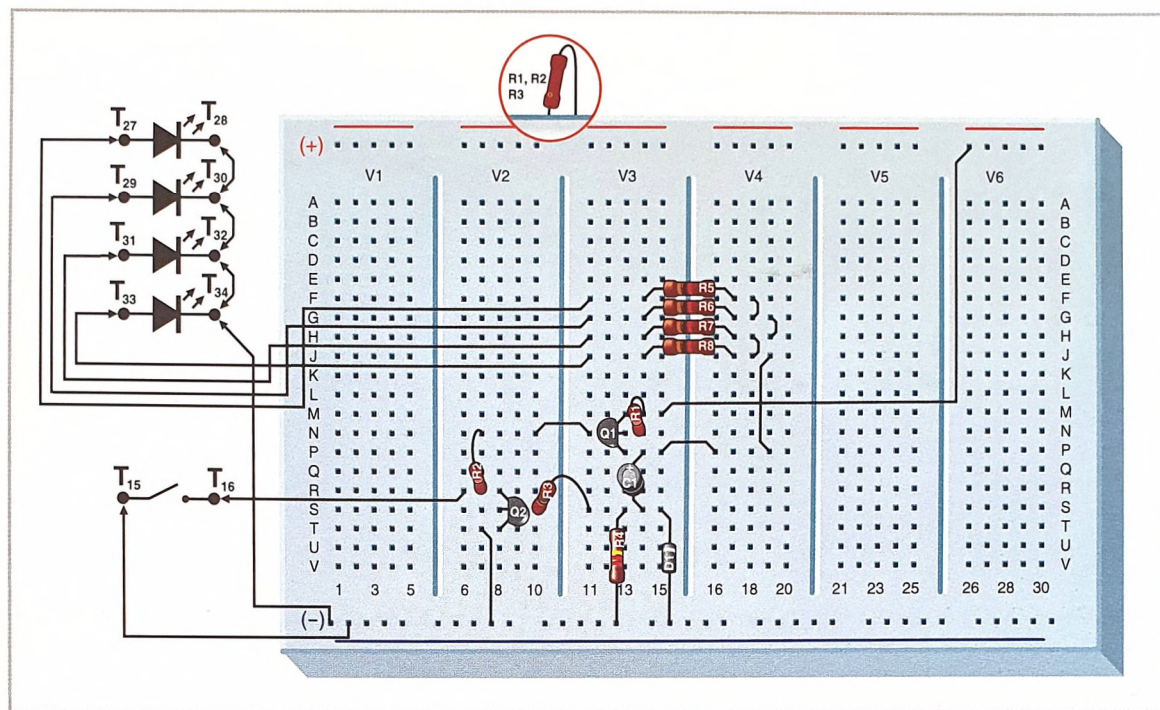
Esperimenti

Si possono cambiare i valori di C5, C6 e le resistenze R4 e R7 che sono i componenti che determinano la frequenza di uscita, sostituendoli con altri.

Naturalmente, con l'azionamento di P7 e P8 avremo delle frequenze diverse da prima.

Possiamo sostituire anche i condensatori elettrolitici di accoppiamento C7 e C8 per variare l'intensità del segnale in uscita dall'altoparlante.

Temporizzatore per alimentazione a batterie

Dopo aver premuto il pulsante, l'alimentazione si mantiene solamente per 10 secondi.

Il circuito è in grado di fornire l'alimentazione ad un altro circuito collegato alla sua uscita lungo il lasso di tempo in cui è impostata la sua temporizzazione. Questo periodo di tempo, dipendendo da un solo componente – il condensatore – è facilmente controllabile. Il circuito viene azionato mediante un pulsante che attiva il transistor che agisce come un interruttore e fornisce l'alimentazione alla parte del circuito che agisce come temporizzatore. Con i valori raccomandati si ottiene una temporizzazione di circa 10 secondi.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito è abbastanza semplice. Il circuito è composto da due transistor, uno che agisce come interruttore e l'altro che ne controlla l'attivazione o disattivazione. In stato di riposo, all'uscita non c'è tensione perché il transistor Q1 è in stato di interdizione. Quando viene azionato il pulsante P8, il transistor Q1 conduce e, di conseguenza, con il passaggio di corrente si accendono tutti i LED e si attiva il transistor Q2.

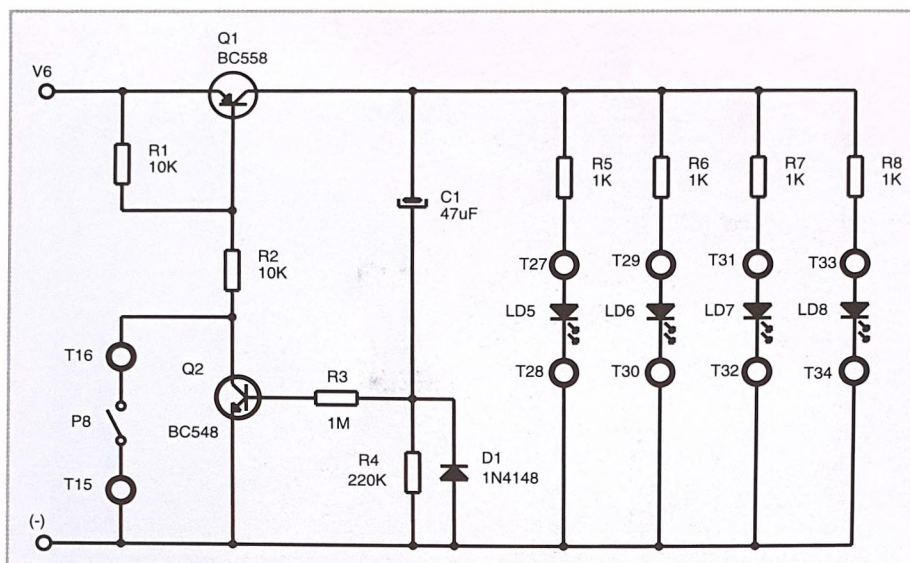
Quest'ultimo si polarizza con la tensione che cade nella resistenza R4, tensione che, a mano a mano che C1 si carica, andrà decrescendo, fino ad arrivare a un livello al quale Q2 non può polarizzarsi. In questo punto Q2 passa in stato di interdizione e la tensione d'uscita passa nuovamente a zero; di conseguenza i LED si spengono.

Il circuito

Il circuito dell'esperimento consta di due transistor, uno dei quali di tipo PNP, che funziona come interruttore (interdizione, saturazione) e che sarà quello che fornirà al carico (in questo caso quattro diodi LED) la tensione e la corrente necessarie per il suo funzionamento. Pertanto, tenendo conto del fatto che questo tipo di transistor ha poca potenza, non è in grado di erogare una corrente elevata, anche se è sufficiente ad alimentare molti dei circuiti con cui abbiamo finora effettuato degli esperimenti e a farci risparmiare pile. L'altro transistor Q2 controllerà l'attivazione di Q1 ed è a questo punto che viene attivata la temporizzazione.

Attivando uno dei due transistor si alimenta l'altro

L'attivazione del transistor Q2 è temporizzata, di modo che funzionerà quando la tensione in R4 sarà maggiore di 0,7 V. Il tempo

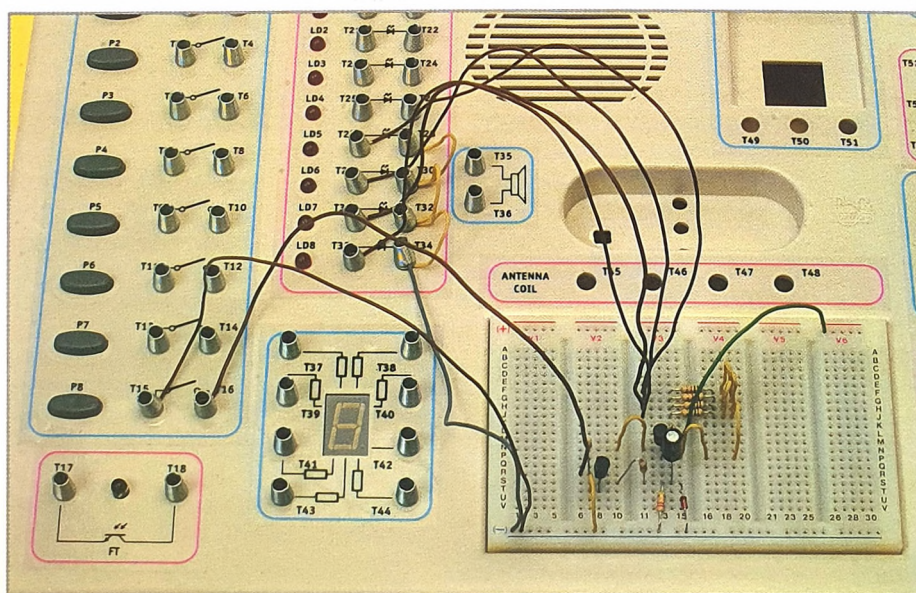
Temporizzatore per alimentazione a batterie

COMPONENTI	
R1, R2	10 K
R3	1M
R4	220 K
R5, R6, R7, R8	1K
C1	47 µF
D1	1N4148
Q1	BC558
Q2	BC548
P8	
LD5 a LD8	

impiegato a raggiungere questo livello è di circa 10 secondi.

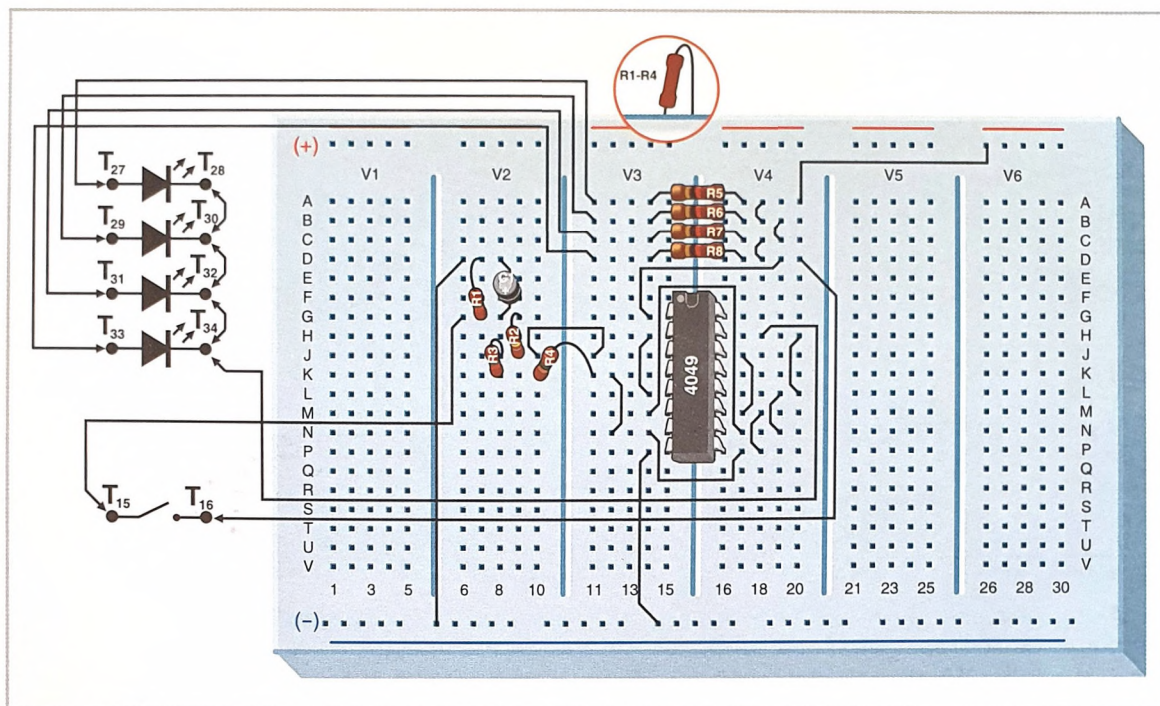
Avviamento

Con l'alimentazione collegata tutti i componenti sono calcolati perché, semplicemente effettuando una pulsazione, il circuito possa funzionare. Se vogliamo cambiare il carico del circuito, è importantissimo considerare che esso non deve superare i 50 mA. Se quando premiamo P8, i LED non si illuminano, dovremo verificare la polarità dei transistor, del diodo e del condensatore C1.

Esperimento

Possiamo provare a cambiare la temporizzazione per i diversi valori di C1, come 100, 22 e 10 µF e possiamo anche modificare i valori di R3 e R4 con altri valori abbastanza simili. Raccomandiamo di togliere i quattro LED e le corrispondenti resistenze limitatrici, perché ci servivano solamente per verificare il funzionamento del circuito. Utilizziamo anche questo circuito per alimentare qualche altro circuito di un altro esperimento, collegando il (-) dell'altro circuito al (-) di questo e sostituendo nel circuito da alimentare la connessione a V6 con il punto di connessione del positivo di P1.

Il circuito si attiva per 10 secondi con il pulsante P1.

Temporizzatore con porte invertenti

I LED rimangono accesi ancora per un po' di tempo, dopo che sono stati premuti i pulsanti.

La realizzazione della temporizzazione, normalmente, comporta l'uso di una rete R-C. A volte, per stabilire il tempo di temporizzazione, si usa il tempo di carica di un condensatore; altre volte, invece, come in questo caso, si usa il tempo di scarica del condensatore.

Il circuito

Il circuito è composto da tre distinte parti. Abbiamo, innanzitutto, la rete temporizzatrice formata da R1-C1, poi una rete adattatrice e, infine, l'uscita composta dalle quattro porte invertenti.

Il condensatore si carica istantaneamente premendo P8, per cui all'entrata di U1A ci sarà un livello alto, come anche all'entrata delle quattro porte invertenti, e quindi alla loro uscita avremo un livello basso e tutti i diodi LED si illumineranno. Quando si cessa di azionare il pulsante, il condensatore inizia a scaricarsi e, dato che il consumo dell'entrata delle porte è ridottissimo – siamo nell'ordine dei microAmpère –, la scarica avverrà grazie a R1. Poiché questa resistenza è molto alta, il condensatore si scaricherà lentamente, fino a raggiungere una tensione di circa 1V. La porta di U1A considererà la propria entrata come un basso livello e la trasmetterà all'uscita di U1B che farà andare a livello alto l'uscita delle quattro porte (da U1C a U1F) e i diodi LED smetteranno di illuminarsi.

Le resistenze R3 e R4, collocate tra U1A e U1B, evitano il prodursi di oscillazioni nel circuito e anche che la sezione invertente cambi rapidamente.

Basato sull'alta impedenza della porta

Funzionamento

Per far funzionare il circuito, dobbiamo azionare momentaneamente P8, perché fino a che quest'ultimo è azionato, la temporizzazione non inizia e il condensatore rimarrà caricato attraverso l'alimentazione che arriva da V6. In stato di riposo, l'entrata rimarrà a livello basso – il condensatore sarà scarico – per cui l'uscita delle quattro porte sarà a livello alto; i LED saranno spenti perché avranno nel loro catodo un alto livello e perché i loro anodi saranno collegati al positivo. Se, adesso, azioniamo P8, il condensatore si caricherà e i LED si illumineranno, rimanendo illuminati fino a quando la tensione esistente tra i loro estre-

Temporizzatore con porte invertenti

COMPONENTI	
R1, R3	2M2
R2	820 K
R4	1M
R5 a R8	1K
C1	10 µF
U1	4049
LD5 a LD8	
P8	

mi cadrà raggiungendo un livello basso, momento nel quale si spegneranno. Ogni volta che si preme il pulsante, si ripete tutta l'operazione.

Avviamento

Non si deve riuscire a capire se l'alimentazione del circuito è stata collegata o meno se non quando si aziona P8. In stato di riposo, i LED rimarranno spenti, mentre si illumineranno quando azioneremo P8. Se non dovesse succedere, dovremo immediatamente scollegare l'alimentazione, rivedere tutte le connessioni e dovremo fare particolare attenzione alla polarità di C1 e dei LED. Le resistenze di limitazione della corrente dei LED possono venire ridotte, ma la somma dei consumi di ogni LED non deve superare i 50 mA.

Una delle particolarità di questo montaggio consiste nell'utilizzo delle porte invertenti in parallelo così da ottenere direttamente un'elevata corrente di uscita.

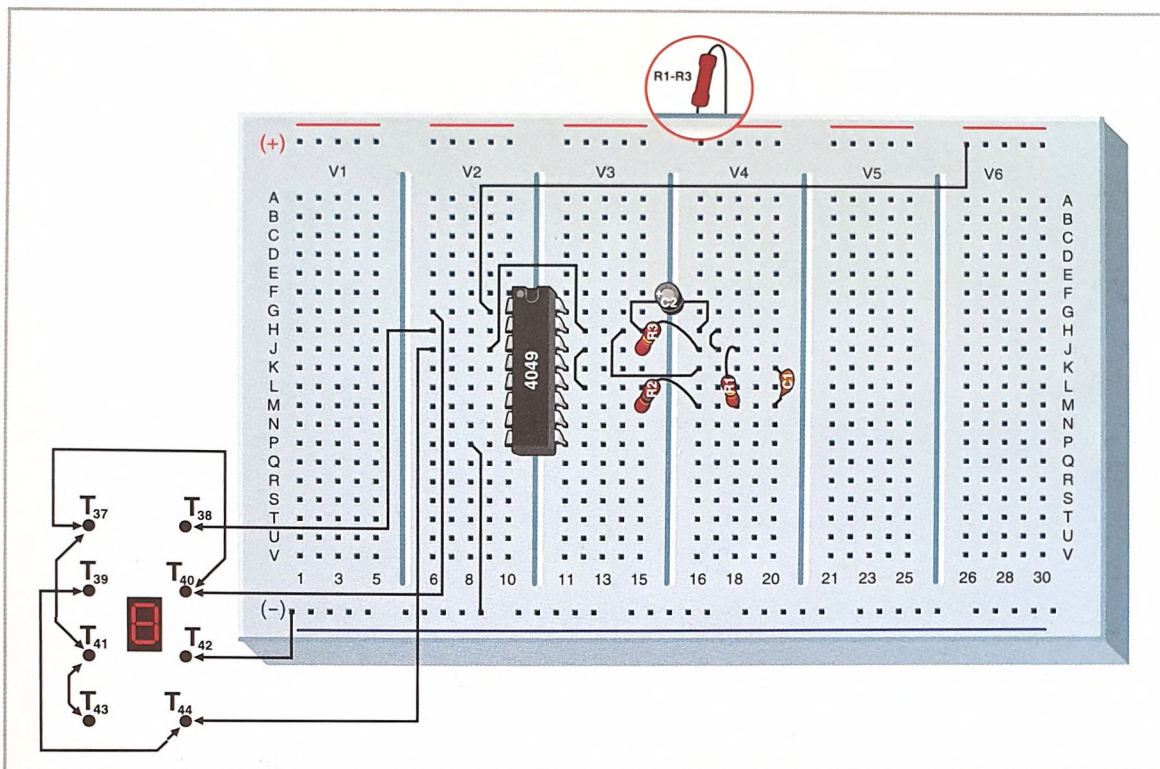
La temporizzazione copre diversi secondi e il consumo in stato di riposo è ridotto.

Esperimenti

Per cambiare la temporizzazione, possiamo agire su C1 e R1. Se ne aumentiamo il valore, il tempo di accensione dei diodi aumenterà; se invece lo diminuiamo il tempo sarà, logicamente, minore.

Il consumo del circuito in stato di riposo è ridottissimo e le pile possono durare molto, anche se lo dimentichiamo attaccato.

Indicatore di S.O.S.

Sul display appaiono alternativamente le lettere S e O.

In questo esperimento il display viene utilizzato per rappresentare, in una determinata sequenza, alcune lettere. A causa delle limitazioni imposte dal display, rappresenteremo delle lettere maiuscole. Leggeremo una richiesta di soccorso.

Il circuito

Una parte del circuito è incaricata di generare la sequenza '1' e '0', così da produrre le due lettere che daranno luogo al testo che apparirà sul display. L'altra, invece, è un piccolo circuito logico.

Usiamo una sequenza di '0' e '1' perché abbiamo solamente due lettere, la 'S' e la 'O'; esse saranno generate da un semplice oscillatore costituito da tre porte: U1A, U1E e U1F. Per capire bene il progetto elettronico è indispensabile osservare attentamente la tavola degli stati che i diversi segmenti del display devono assumere per poter rappresentare le lettere 'S' e 'O'. Possiamo vedere nella tavola che i segmenti 'a', 'c', 'd' e 'f' risultano illuminati in tutte e due le lettere; li collegheremo, quindi, al positivo dell'alimentazione. I segmenti 'b' ed 'e' saranno spenti (0) per rappresentare la lettera 'S' ed accesi (1) per rappresentare la lettera 'O'. Il segmento 'g', invece, sarà acceso (1) nel caso della lettera 'S' e spento nel caso della lettera 'O'. Perciò, se si colloca direttamente una porta invertente tra 'b-e' e 'g', bisognerà collegare un oscillatore perché (1) e (0) illuminino i segmenti necessari per formare le lettere.

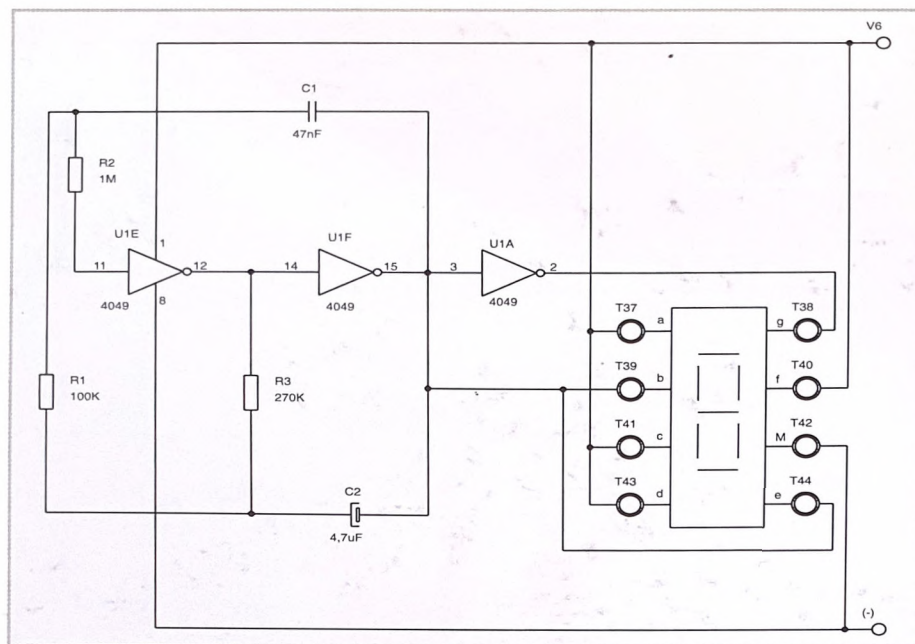
Sul display si può leggere il testo

Funzionamento

Una volta collegata l'alimentazione del circuito, sul display apparirà direttamente la lettera 'S'. Dato che il testo che dovrà apparire è 'S.O.S.', in realtà verranno generate solamente le lettere 'S' e 'O', che si ripeteranno così: 'SOSOS...'. Il tempo necessario a una lettera per apparire sul display è dato dalla frequenza stabilita nel circuito oscillatore (formato con le porte invertenti). Nel nostro caso è approssimativamente di 0,5 Hz.

Messa in funzione

Per provare il circuito, una volta collegata l'alimentazione, deve

Indicatore di S.O.S.

COMPONENTI	
R1	100 K
R2	1 M
R3	270 K
C1	47 nF
C2	4,7 µF
U1	4049
DISPLAY	

	a	b	c	d	e	f	g
S =	1	0	1	1	0	1	1
O =	1	1	1	1	1	1	0
S =	1	0	1	1	0	1	1

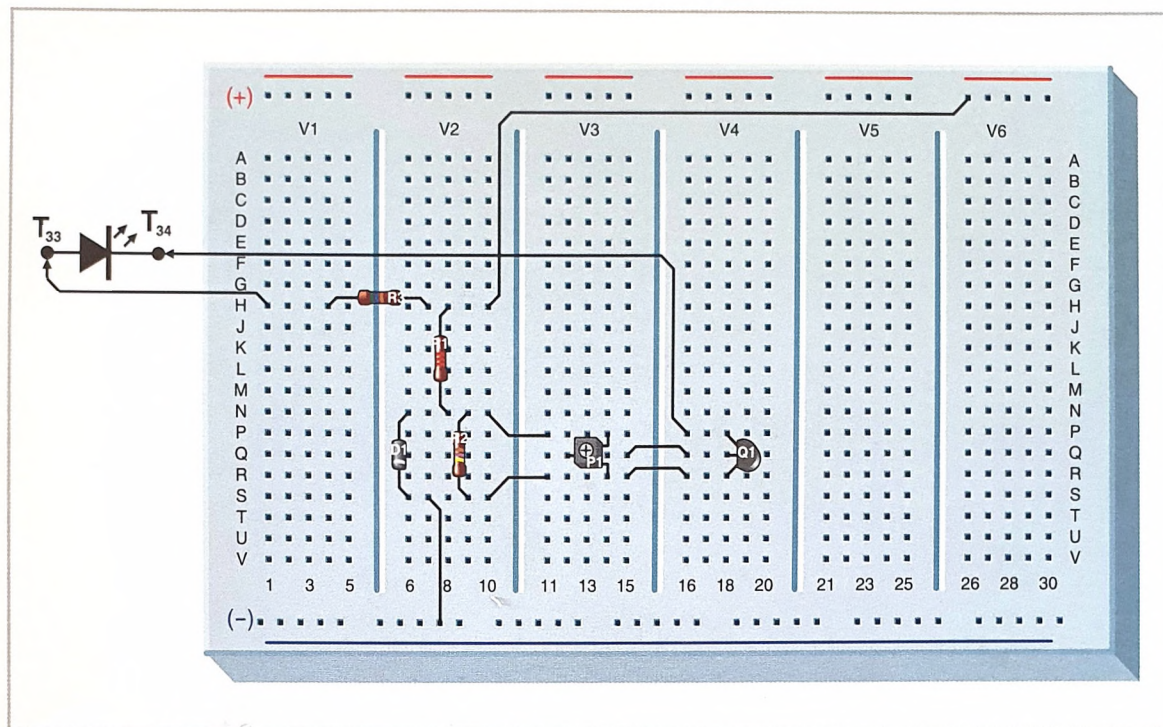
poter apparire la lettera 'S'. Poi, dopo un determinato lasso di tempo, la lettera 'O'; a questo punto, si ripeterà tutto il ciclo. Se questa sequenza non dovesse apparire, dovremo verificare, innanzitutto, le connessioni del display, facendo particolare attenzione alla connessione del catodo comune (terminale M).

Esperimento

Anche se la frequenza dell'oscillatore può essere variata all'interno di una considerevole gamma, la possiamo variare ulteriormente cambiando solamente il valore dei componenti dell'oscillatore, soprattutto quelli della resistenza R3 e del condensatore C2. Se si desidera che le lettere rimangano sul display più a lungo, aumenteremo il valore della resistenza R3 e/o del condensatore C2.

Il circuito, alimentato, indica continuativamente S.O.S.

Indicatore della variazione della temperatura

Il sensore è un diodo di silicio.

I diodi, come tutti i componenti semiconduttori, hanno una particolarità: la loro tensione varia con la temperatura; aumentando la temperatura, la loro tensione di polarizzazione diminuisce. Nel seguente semplice circuito, per mezzo del quale verificheremo questo effetto, sfrutteremo proprio la suddetta particolarità.

Il circuito

Il circuito è, essenzialmente, un transistor montato nella configurazione emettitore comune la cui corrente di base dipende dalla temperatura. Rileva importanti cambiamenti di temperatura. Per avviare il circuito, è necessario regolarlo per mezzo del potenziometro P1: il transistor deve funzionare in maniera tale che il LED quasi si spenga (o si accenda) a seconda se vogliamo rilevare abbassamenti o innalzamenti di temperatura. I cambiamenti della temperatura modificheranno la tensione agli estremi del diodo. Come possiamo vedere, le resistenze R1 e R2 sono bassissime e, quindi, è facilissimo, con una piccola variazione di P1, controllare la tensione di R2.

Rileva grandi cambiamenti di temperatura

Funzionamento

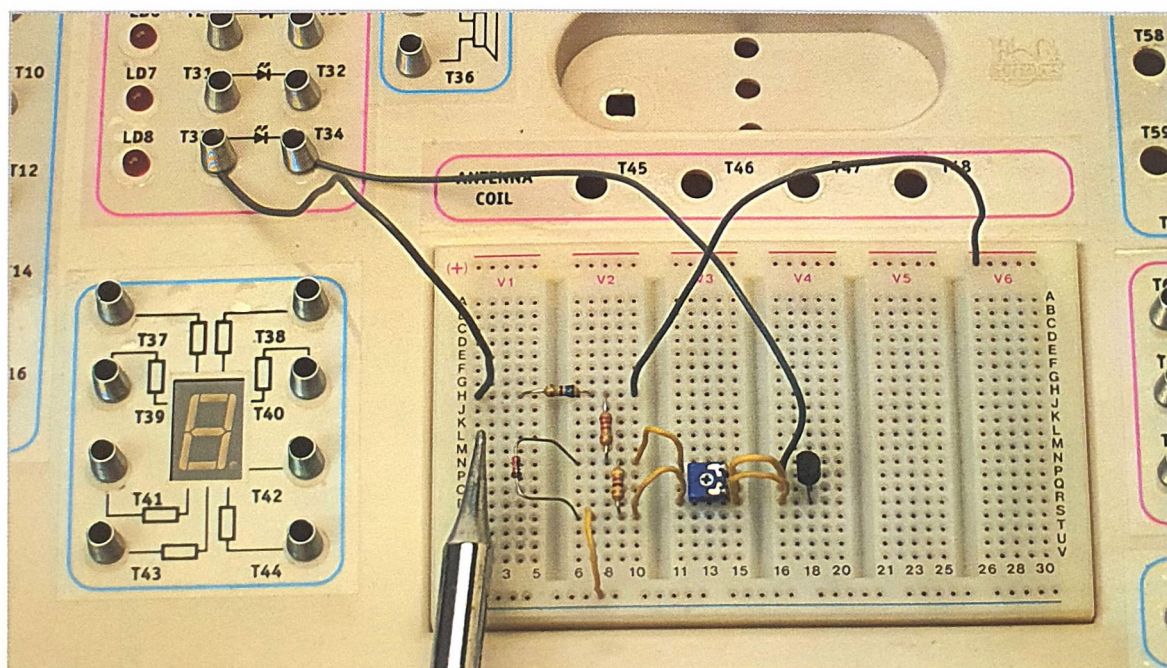
Il circuito può funzionare come rilevatore di caldo o di freddo. In qualche caso è consigliabile saldare due fili ai terminali del diodo, così da poterlo portare il più possibile lontano dal laboratorio ed esporre il sensore senza che ci sia alcun pericolo per l'apparecchiatura. Per rilevare calore – con il circuito regolato – il LED avrà una luce molto tenue. Avviciniamo al diodo qualcosa di molto caldo, una sigaretta o qualcosa di simile. Fate attenzione a non toccare mai il corpo del diodo. Per evitare incidenti è meglio non avvicinare né accendini né fuoco. Per rilevare il freddo, sempre dopo aver regolato il circuito, il LED sarà spento; se si avvicina qualcosa di freddo al diodo, la tensione fra i suoi estremi aumenterà e il LED si illuminerà.

Messa in funzione

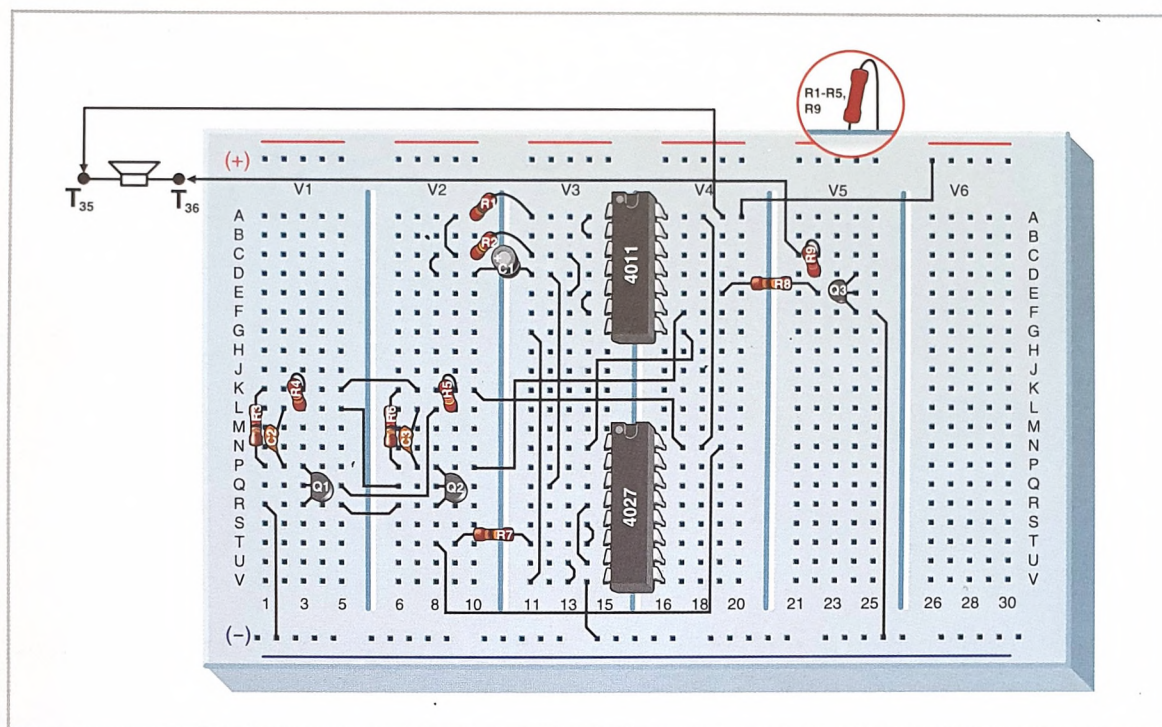
Il circuito non è molto sensibile, anzi è un circuito in grado di rilevare solo cambiamenti notevoli di temperatura e sfrutta la proprietà dei semiconduttori. Se tutto è stato fatto come abbia-

Indicatore della variazione della temperatura

COMPONENTI	
R1	2K2
R2	470 Ω
R3	560 Ω
P1	5 K
D1	1N4148 SENSORE
Q1	BC548
LD8	

mo spiegato e le connessioni del montaggio vanno bene, non dovrebbe presentarsi nessun problema. La regolazione potrebbe essere un po' lunga, perché le variazioni della tensione nel diodo sono piccole rispetto ai cambiamenti di temperatura.

Il circuito rileva forti cambiamenti di temperatura.

Allarme per autoveicoli pesanti in retromarcia

Le macchine pesanti devono emettere un allarme sonoro quando sono in retromarcia.

Il circuito genera un suono simile a quello che emette un veicolo pesante quando fa marcia indietro. Si tratta di simulare il suono prodotto dalla sirena di un veicolo quando è in movimento. Vengono utilizzati due generatori, uno per riuscire ad ottenere la frequenza udibile e l'altro per modularla. Il segnale modulato si applica a un altoparlante collegato a uno stadio amplificatore con un transistor.

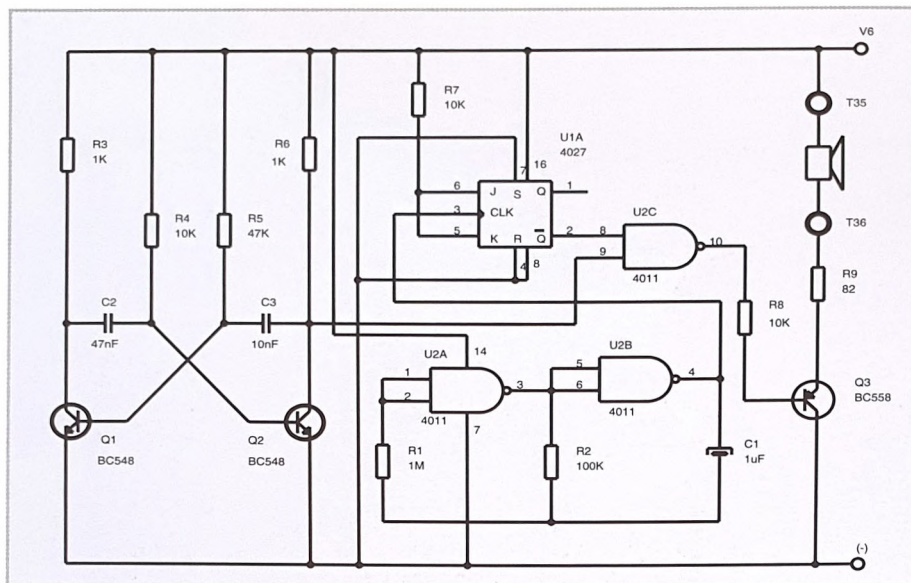
Il circuito

Possiamo dividere il circuito in diverse parti: l'oscillatore della frequenza base, l'oscillatore della frequenza modulatrice e il modulatore e lo stadio di uscita. L'oscillatore che genera la frequenza principale è formato da due transistor, Q1 e Q2, montati in configurazione astabile. L'oscillatore che genera il segnale modulatore è un astabile con porte NAND. La sua uscita si divide in due per mezzo dei flip-flop J-K, montati secondo la configurazione T; si ottiene, così, un'onda quadra con un ciclo di lavoro del 50%: il tempo, cioè, in cui il segnale sta a livello alto è lo stesso di quello in cui il segnale sta a livello basso. Le uscite del flip-flop T e dell'oscillatore a transistor vengono applicate alla porta U2C. In essa si produce la modulazione del segnale, di modo che quando nel suo terminale 8 (uscita Q di U1) c'è un livello basso, il segnale del terminale 9 (uscita del collettore Q2) non passa attraverso il transistor, perché la porta rimane a livello alto. Invece, quando l'uscita Q di U1 è a livello alto, all'uscita della porta avremo dall'oscillatore a transistor un segnale ad alta frequenza, con cui si polarizzerà il transistor; il transistor conduce solamente a livello basso, seguendo il ritmo del segnale di uscita del modulatore, così da poterlo ascoltare all'altoparlante.

Funzionamento

Per riuscire ad ottenere il suono di una macchina in retromarcia, si realizza una modulazione con due frequenze molto diverse: una bassa e l'altra alta (udibile). La frequenza bassa, di circa 2 Hz, che darà l'uscita del flip-flop T, sarà la metà di quella che si ottiene nell'oscillatore con porte, che è di circa 4 Hz. Da

Come modulatore utilizza una porta

Allarme per autoveicoli pesanti in retromarcia

COMPONENTI	
R1	1M
R2	100 K
R3, R6	1K
R4, R7, R8	10 K
R5	47 K
R9	82 Ω
C1	1 µF
C2	47 nF
C3	10 nF
Q1, Q2	BC548
Q3	BC558
U1	4027
U2	4011
ALTOPARLANTE	

parte sua, l'uscita dell'oscillatore con transistor ha un segnale di uscita con dei tempi a livello alto e basso di T1 = 0,69 x R4 x C2 e T2 = 0,69 x R5 x C3, che ci darà, sostituendo tutti valori dei componenti, una frequenza del segnale di uscita di circa 1.550 Hz. Con questi valori, il segnale di bassa frequenza controlla la generazione di frequenza più alta nella porta U2C per produrre dei suoni a intervalli nell'altoparlante, i quali imitano quelli emessi da un veicolo in movimento durante la fase di retromarcia.

Messa in funzione

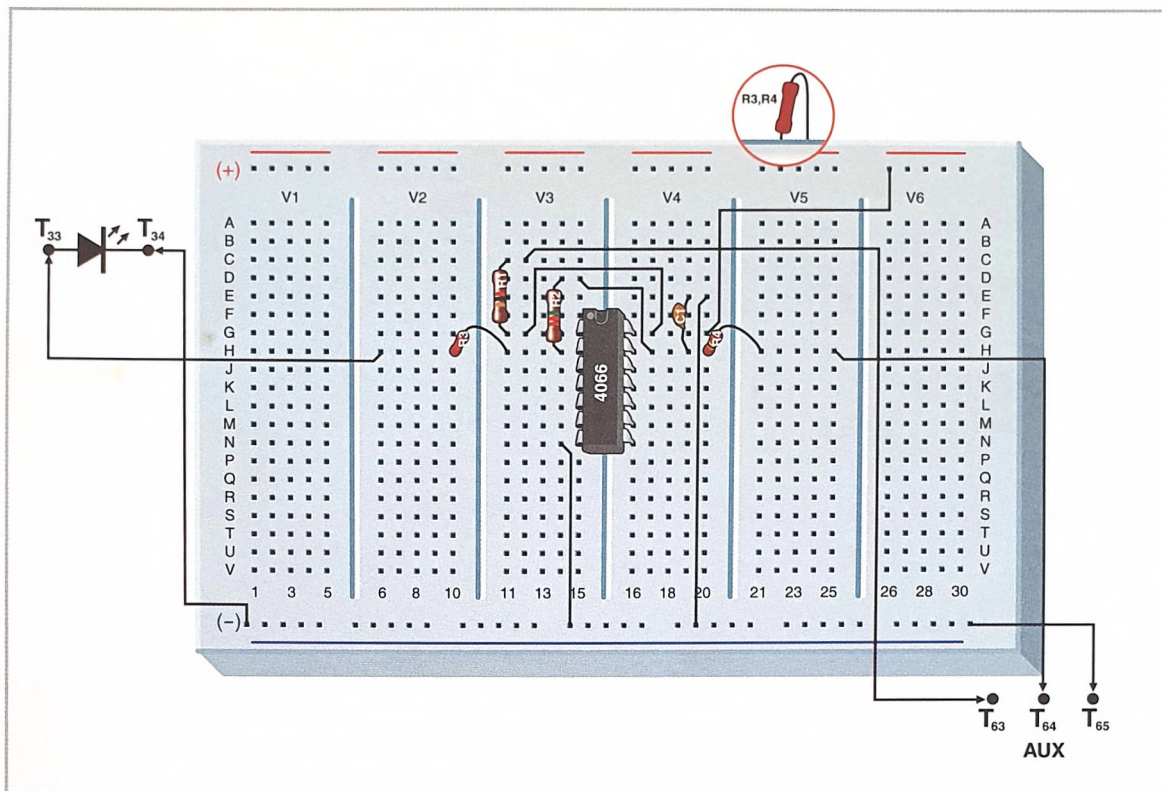
Non dobbiamo fare altro che collegare l'alimentazione. Il circuito deve funzionare senza che sia necessario effettuare nessun tipo di regolazione. Se non dovesse funzionare, rivedremo tutte le connessioni, prestando particolare attenzione ai transistor e all'alimentazione dei circuiti integrati.

La porta U2C è utilizzata come modulatore.

Esperimenti

I valori dei componenti del circuito sono stati calcolati e verificati per ottenere il suono voluto; questo tipo di circuito è utilissimo per verificare diversi tipi di suono cambiando la frequenza del segnale audio o di modulazione. I cambiamenti più semplici da realizzare sono quelli che riguardano i valori di C2, C3 e R2.

Interruttore attivato al tatto

Con un solo dito attiviamo o disattiviamo il circuito.

Il circuito svolge la medesima funzione di un interruttore meccanico, con la differenza che è elettronico e l'attivazione/disattivazione viene effettuata con un dito.

Il circuito

A prima vista sembra semplicissimo, per via dello scarso numero di componenti utilizzati, ma questo non significa che non possa funzionare correttamente. Il circuito ha una doppia funzione: l'attivazione e la disattivazione del LED. Per attivare il circuito dobbiamo toccare con un dito i punti 1 e 2: così, attraverso R1, R4 e C1 faremo circolare una piccola corrente e attiveremo il controllo dell'interruttore elettronico, terminale 13 del 4066. A questo punto si accende il LED e, per mezzo della resistenza R2, il condensatore si carica e l'interruttore, quindi, rimane chiuso, perché sul suo terminale di controllo avremo un alto livello, anche se abbiamo già tolto il dito. Se tocchiamo i punti 2 e 3, si verificherà istantaneamente una scarica del condensatore che avverrà grazie a R4: l'interruttore, allora, si aprirà e il LED si spegnerà.

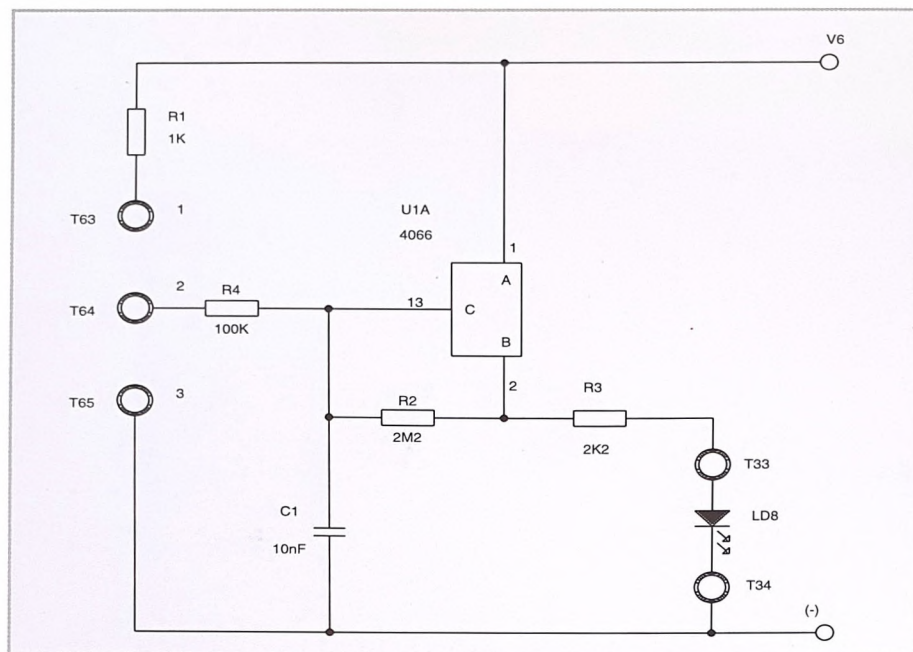
L'uscita risulta chiusa

Funzionamento

Perché il circuito risulti sensibile al tatto, sfrutteremo l'umidità della nostra pelle. Ce ne serviremo per unire due terminali e causare un cambiamento di livello all'entrata del circuito. Lo attiveremo toccando lo spazio tra i terminali 1 e 2; toccando tra 2 e 3 provocheremo, invece, la disattivazione.

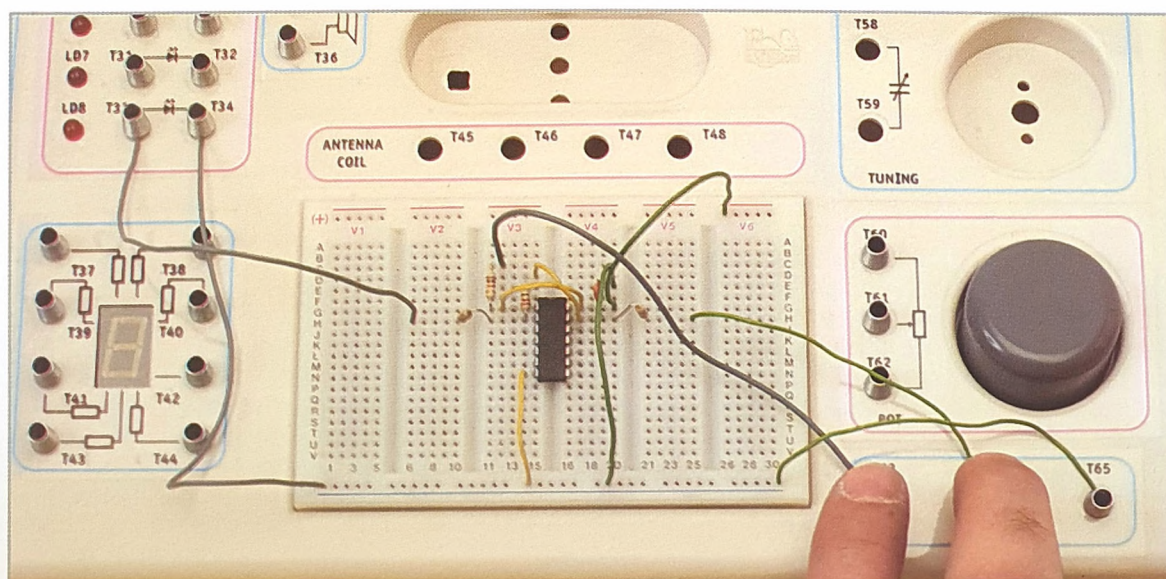
Messa in funzione

Il circuito non ha nessun "punto critico". È importante collegare l'alimentazione del 4066: il terminale 7 corrisponde al negativo mentre il 14 corrisponde al positivo dell'alimentazione. Per realizzare il pulsante tattile, impiegheremo le molle ausiliarie T63, T64 e T65. Se vogliamo che si accenda, premeremo contemporaneamente T63 e T64; se, invece, vogliamo che si

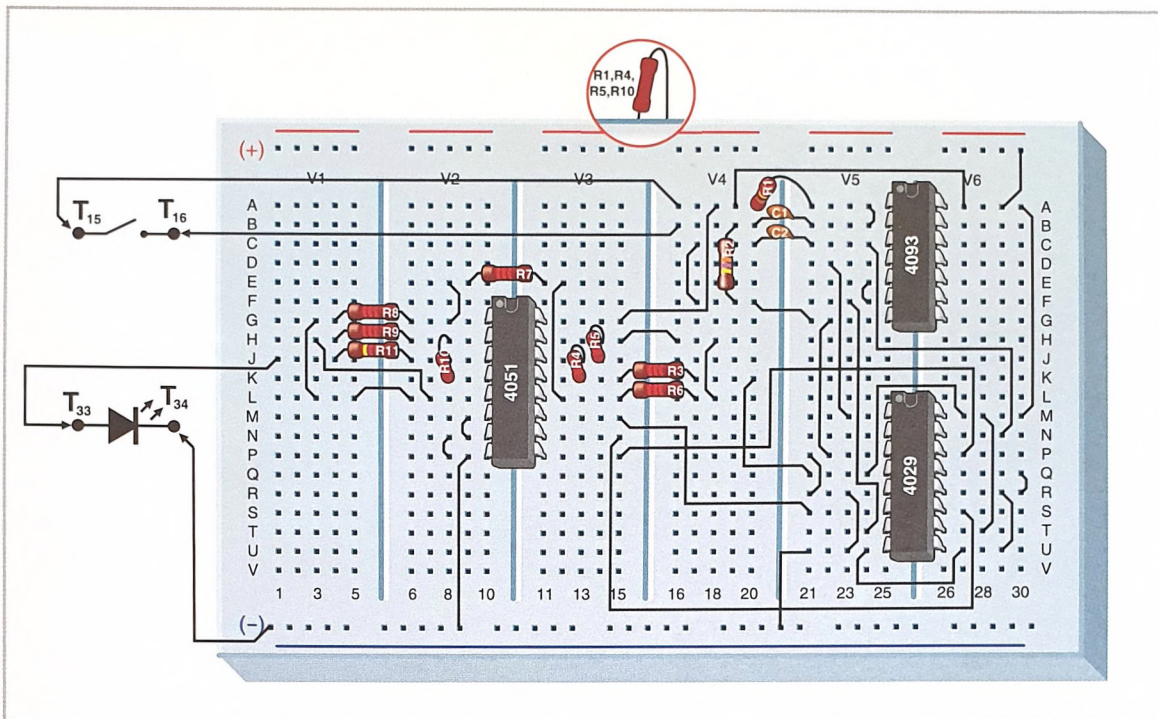
Interruttore attivato al tatto

COMPONENTI	
R1	1K
R2	2M2
R3	2K2
R4	100 K
C1	10 nF
U1	4066
LD8	

spenga, toccheremo T64 e T65. Possiamo utilizzare anche gli estremi dei tre cavi di connessione.

Esperimento

Con questo circuito possiamo fare un'importante verifica, che ci farà meglio capire l'effetto della carica di C1. Il valore di questo condensatore può essere gradualmente aumentato. Ogni volta che si cambia valore, attiveremo o disattiveremo il circuito toccandolo con il dito. Verificheremo, così, che il circuito cessa di funzionare a partire da una determinata capacità – il condensatore non si carica perché ha bisogno di una carica molto maggiore; possiamo raggiungerla con la semplice pressione di un dito.

Per effettuare i contatti a pulsante, utilizzeremo del filo spellato.

Controllo della luminosità di un LED

La luminosità del LED LD8 cambierà a ogni pulsazione di P8.

Ogni volta che si aziona il pulsante, un circuito di accensione genera un impulso, cosicché il contatore avanza nel suo conteggio e l'uscita seleziona l'entrata successiva del multiplexer 4051. Ogni entrata ha una diversa resistenza e, quindi, il LED si accenderà ogni volta con un diverso livello di luminosità.

Il circuito

Il circuito è costituito da diverse parti: quella che genera l'impulso, il contatore e il multiplexer. Lo stadio di accensione utilizza un circuito che, quando attiviamo il pulsante P8, genera un unico impulso. L'impulso si produce attraverso la scarica del condensatore C1 sulla resistenza R2. Il contatore risulta configurato in modalità decimale, ponendo a basso livello l'entrata B/D e in modalità ascendente quando pone ad alto livello l'entrata U/D. Le uscite del contatore verranno direttamente collegate alle entrate del 4051, in modo da indirizzare tutte le sue entrate.

Ogni entrata del 4051 ha diverse resistenze ad essa associate, da R3 a R10.

A ogni impulso la corrente d'uscita cambia

Funzionamento

Tutte le volte che verrà azionato P8, il contatore incrementerà il proprio valore di ingresso, questo perché il contatore è configurato in modalità decimale come (A = 1, B = 0, C = 0, D = 0) e utilizza solamente le uscite QA, QB e QC del contatore. Quest'ultimo conterà da 1 a 7 e, arrivato a 8 (A = B = C = 0), sceglierà l'entrata 0, arrivato a 9, avrà una uscita configurata come 1 (A = 0, B = 0, C = 0) e il ciclo si ripeterà e ricomincerà di nuovo il conteggio.

Per verificare come in ogni entrata cambi la tensione, supponiamo che scelga l'entrata X4 (C = 1, A = 0, B = 0). In questo terminale abbiamo le resistenze R3 – R7, il commutatore chiuso, R11 e il LED rivolti verso il negativo dell'alimentazione.

Se, adesso, si sceglie X5 (C = 1, B = 0, A = 0), dal positivo vedremo le resistenze R3 – R8, il commutatore chiuso, R11 e il LED connessi verso il negativo dell'alimentazione. La resistenza tra V6 e il negativo è maggiore rispetto a quel-

Controllo della luminosità di un LED

COMPONENTI	
R1	100 K
R2	47 K
R3 a R10	2K2
R11	470 Ω
C1	220 nF
C2	1 nF
U1	4093
U2	4029
U3	4051
LD8	
P8	

la che avevamo precedentemente, perché è stato aggiunto R8 e, di conseguenza, la tensione all'entrata sarà minore e il LED si illuminerà di meno.

Il LED LD8 riceve, ogni volta, una quantità di corrente diversa e, di conseguenza, varia la propria luminosità.

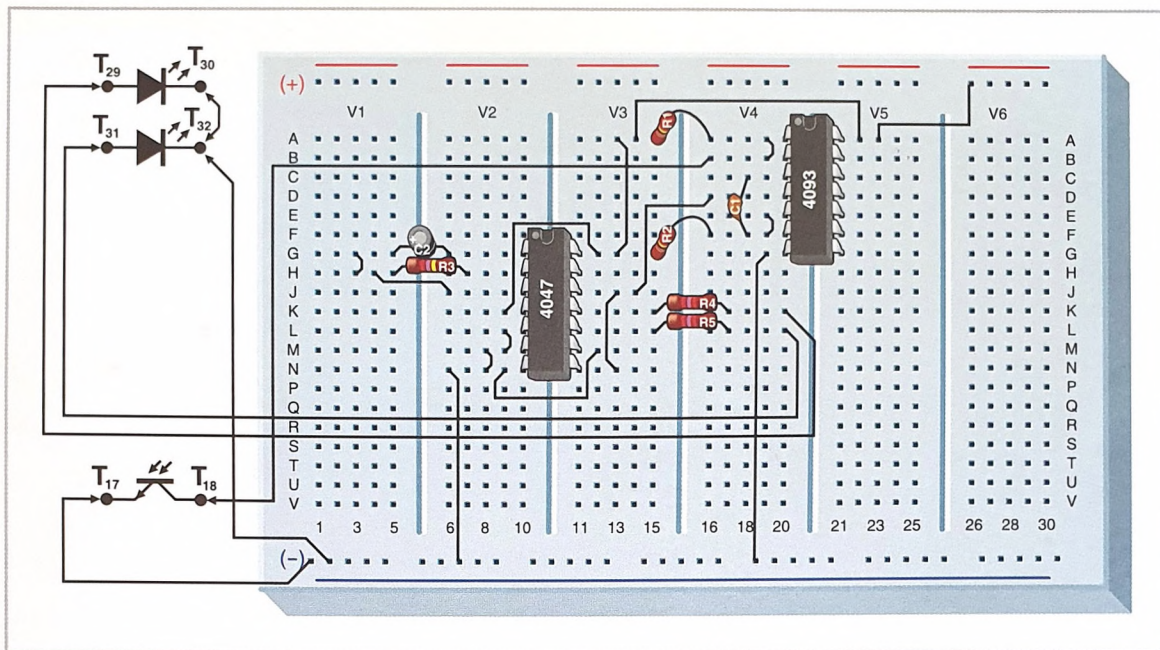
Messa in funzione

Il circuito deve essere in grado di funzionare subito, una volta che sia stata collegata l'alimentazione. Quando la colleghiamo, il LED LD8 si deve illuminare e cambiare il proprio livello di luce a seconda di come si aziona P8. Se non funzionasse, dovremo verificare tutte le connessioni, facendo particolare attenzione all'alimentazione dei circuiti integrati.

Esperimento

Possiamo cambiare il livello di luminosità del LED agendo sulle resistenze da R3 a R10. Il cambiamento di luminosità sarà molto più percettibile.

Accensione temporizzata e attivata da una luce

Utilizzare un fototransistor come sensore della luce per accendere il monostabile.

Il circuito, essenzialmente, è un multivibratore monostabile che può essere acceso più volte e con una rampa ascendente. La sua particolarità è la seguente: la sua attivazione – quando viene rilevato il passaggio di un oggetto davanti al fototransistor – avviene grazie a un sensore della luce; può essere un'idea da cui partire per progettare un circuito di allarme.

Il circuito

Il circuito può essere suddiviso in tre parti ben differenti: il circuito rilevatore della luce, un circuito generatore dell'impulso e il monostabile resettabile con una rampa positiva.

Il circuito di rilevamento è costituito dal fototransistor FT1 e dalla sua resistenza di polarizzazione R1. Il sensore viene fatto lavorare in una zona di massima sensibilità, stabilita per mezzo della corrente che vi viene fatta circolare. Quando il fototransistor riceve luce, all'entrata di U1A abbiamo un livello alto che si traduce in uno basso all'uscita della porta U1B. Quando tra la fonte della luce e il sensore passa un oggetto, l'entrata della porta U1A passa a livello alto e, di conseguenza, all'uscita della porta U1B si produce un impulso a basso livello. Il fianco di uscita di questo impulso accende il monostabile. La porta U1A conferma il cambiamento della tensione nel collettore del fototransistor a livelli logici. La larghezza dell'impulso è determinata dal condensatore C1 e dalla resistenza R2. Il monostabile, avendo i terminali delle entrate 8 e 12 uniti tra di loro, è configurato come monostabile resettabile.

Il monostabile è riaccendibile

Funzionamento

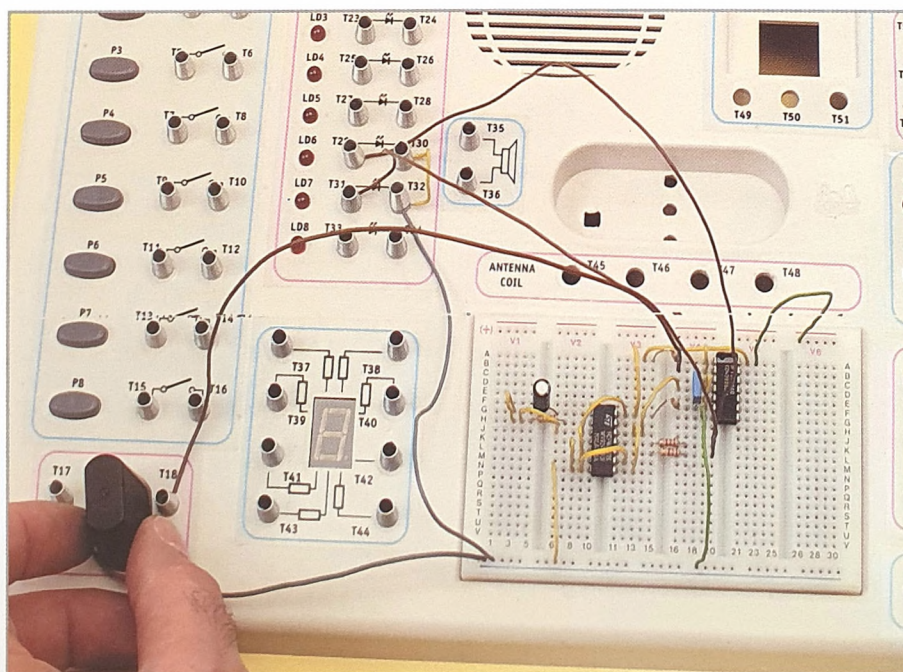
In stato di riposo, il diodo LD7, collegato all'uscita Q del 4047, rimane spento, mentre il diodo LD6, collegato all'uscita /Q (Q invertita) sarà illuminato. Perché il circuito funzioni correttamente, dovremo collocare il sensore di fronte a una forte fonte di luce – naturale o artificiale, non importa –. Quando, per esempio, si passa la mano (a una distanza di circa cm. 15) davanti al sensore, quest'ultimo rileva l'ombra e genera un impulso all'entrata del monostabile che lo attiva e illumina il diodo LED LD7, mentre il diodo LD6 si spegne.

Messa in funzione

Una volta collegato il circuito all'alimentazione, lo dovremo porre di fronte a una fonte luminosa. Se è naturale, il sensore do-

Accensione temporizzata e attivata da una luce

COMPONENTI	
R1, R2	100 K
R3	270 K
R4, R5	2K7
C1	220 nF
C2	4,7 µF
U1	4093
U2	4047
LD6, LD7	
FT1	

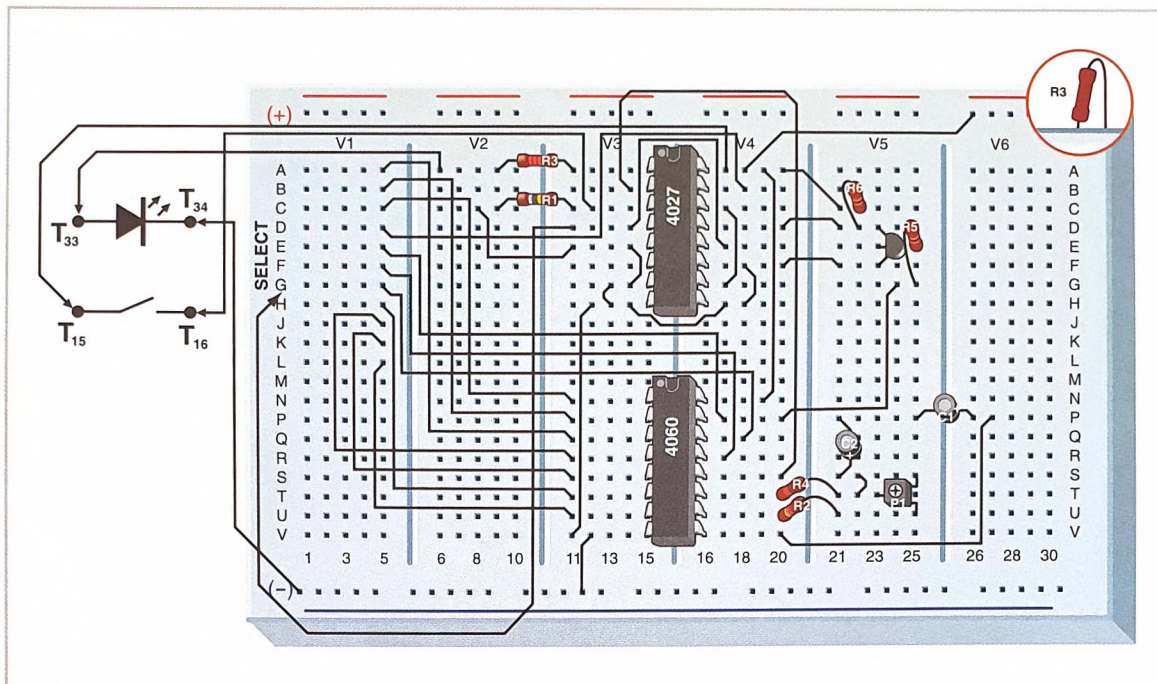
vrà poter ricevere molta luce. Se, invece, utilizziamo una luce artificiale, potremo usare una lampadina e dirigerla verso il sensore, a una distanza di qualche metro. In questo modo, potremo intercettare il passaggio di una persona che interrompe il fascio dell'illuminazione.

I diodi sono collegati a due uscite complementari Q e /Q.

Esperimenti

Possiamo provare che il punto di polarizzazione del fototransistor riveste una notevole importanza. Potremo aumentare, o diminuire, il valore di R1 e verificare come cambi il suo punto di rilevamento. Possiamo cambiare anche il tempo di uscita del monostabile.

Se lo si volesse aumentare, aumenteremo R3 e/o C2. Se, invece, lo volessimo diminuire, ne diminuiremo il valore.

Temporizzatore a lunga durata

Il circuito può avere un tempo di temporizzazione che può dare una durata più lunga di un giorno.

Il circuito oggetto di questo esperimento può essere inquadrato nel gruppo dei temporizzatori a lungo periodo. Si possono ottenere temporizzazioni di oltre due giorni.

Il circuito

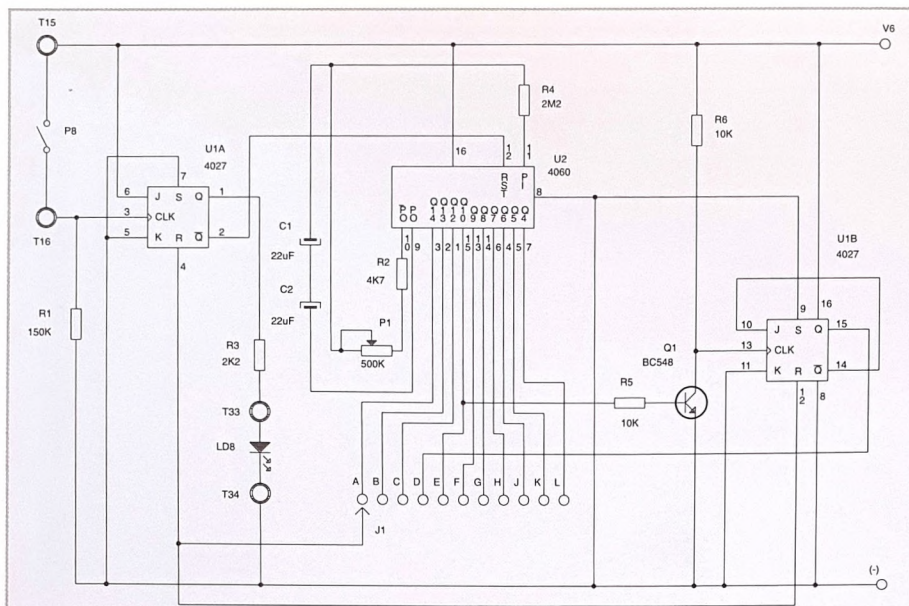
Lo schema si basa su un circuito integrato 4060, che agisce come circuito divisore con una grande durata di tempo. Quando si aziona il pulsante P8, all'entrata CLK del flip-flop JK U1A si provoca un cambiamento di livello e si pone l'uscita Q a livello alto. Perché si produca tutto ciò, l'entrata J, terminale 6, deve essere a livello alto, mentre l'entrata K, terminale 5, deve essere a livello basso. Questo stato fa sì che il diodo LED LD8 si attivi. Questa uscita, a sua volta, attraverso la sua entrata del RESET, terminale 12, attiva il 4060. La frequenza di funzionamento del circuito viene fissata per mezzo dei condensatori C2 e C3 e il potenziometro P1, per cui lo possiamo variare all'interno di un ampio margine.

Mediante un cavetto realizzeremo il ponte J1, che servirà per selezionare l'uscita del 4060: quella che resetterà tutti e due i flip-flop, per cui si collegherà ai terminali reset (4 e 12) del 4027. L'uscita Q10 di U2 viene invertita grazie al transistor Q1; il suo collettore, invece, si collega all'entrata CLK del flip-flop U1B, che è configurata come se fosse del tipo a T per dividere per 2. Come possiamo vedere, le entrate J e K sono unite e collegate al terminale positivo dell'alimentazione. L'uscita Q del flip-flop T sarà, allora, Q11, che nel 4060 non è accessibile.

Funzionamento

La temporizzazione si attiverà quando si azionerà il pulsante P8. Il diodo LED si illuminerà immediatamente e una volta che, per mezzo del potenziometro P1, sia stata stabilita la frequenza di oscillazione, potremo osservare come, anche se cambiamo il ponte a tutte le uscite, il LED rimarrà illuminato per un periodo di tempo doppio rispetto a quello della precedente uscita. Con il cursore del potenziometro al suo massimo, regolato a 500K, il periodo del segnale dell'oscillatore è di circa 12 secondi; se collochiamo il ponte J1 all'uscita Q4, il diodo rimarrà acceso per un periodo di tempo che sarà di 12 x 16 = 192 secondi, all'incirca 3 minuti. Invece, se inseriamo il ponte all'uscita Q14, rimarrà acceso per più di 24 ore. Si deve fare un'importante considerazione su questo circuito; dob-

Il segnale di uscita viene applicato a un LED

Temporizzatore a lunga durata

COMPONENTI	
R1	150 K
R2	4K7
R3	2K2
R4	2M2
R5, R6	10 K
C1, C2	22 µF
P1	500 K
U1	4027
U2	4060
Q1	BC548
LD8	
P8	

biamo tenere conto della tolleranza dei componenti perché potrebbero verificarsi degli errori importanti di calcolo in periodi di tempo così lunghi. È per questo che si inserisce sempre un potenziometro di notevole valore per poter effettuare delle regolazioni con una buona precisione; inoltre, prima di utilizzare il circuito, bisogna sempre verificare i tempi con un cronometro.

La temporizzazione finirà quando il flip-flop U1A verrà "resettato" con l'uscita.

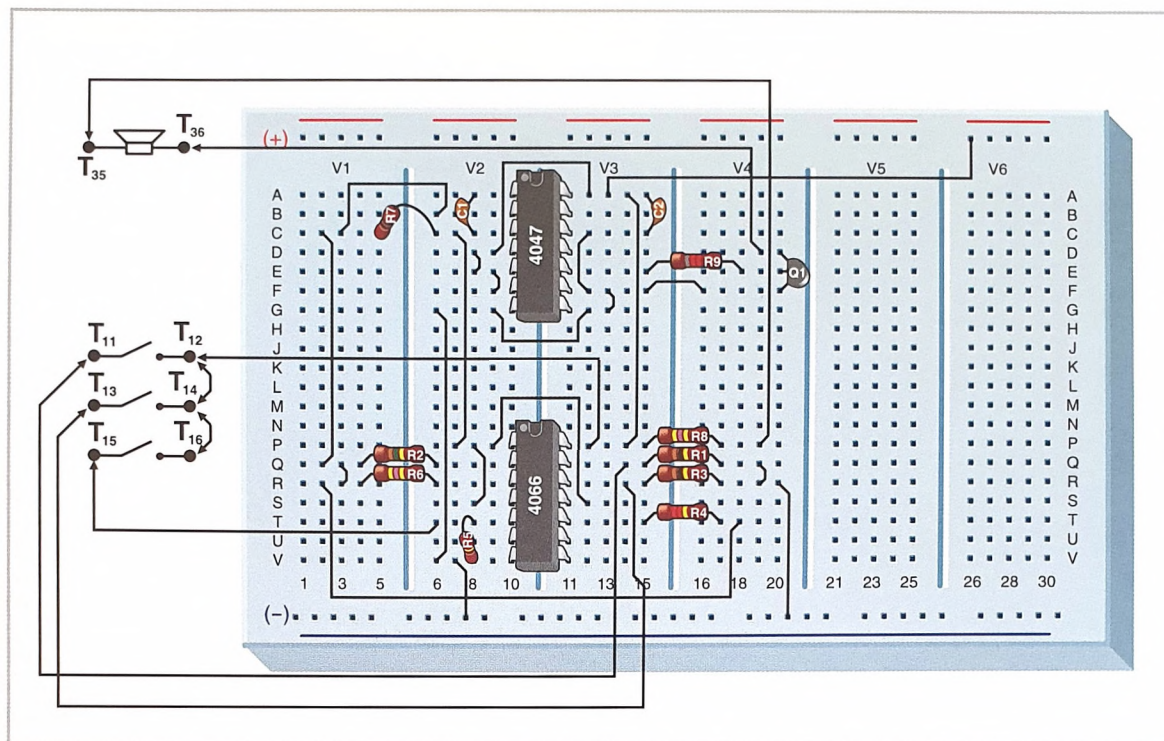
Messa in funzione

Il circuito funzionerà anche con il potenziometro regolato al suo minimo valore: possiamo ottenere dei tempi che vanno da mezzo secondo, in Q4, a quasi un'ora, in Q14. Se il circuito non dovesse funzionare, sarà necessario rivedere tutte le connessioni, in special modo quelle del circuito integrato. Inoltre, si deve collocare il ponte in qualcuna delle uscite da A a K, altrimenti il circuito non funzionerà.

Esperimenti

Se, invece di far sì che il circuito funzioni per mezzo dell'attivazione del LED, si vuole che il LED si spenga, si deve collegare la resistenza R3 al terminale 2, /Q, di U1A. Se vogliamo ottenere una temporizzazione fissa, possiamo inserire una resistenza fissa, al posto sia del potenziometro P1 che della resistenza R2.

Campanello per tre porte

Il circuito suonerà in maniera diversa a seconda del pulsante azionato.

Il circuito può essere considerato come un'applicazione per un alloggio, così che, se si colloca ogni pulsante a una diversa porta, possiamo sapere, per mezzo di una valutazione sonora, quale dei tre possibili suoni sia stato prodotto e, quindi, a quale porta sia stato azionato il pulsante.

Il circuito

Il circuito è costituito da un oscillatore astabile realizzato a partire da un 4047. Perché funzioni, si devono collegare i terminali 4, 5, 6 e 14 al positivo dell'alimentazione e i terminali 7, 8, 9 e 12 alla massa; l'uscita può essere presa dai terminali 10, 11 o 13 anche se si utilizza l'uscita corrispondente al terminale 10. Quest'uscita si collega direttamente alla base del transistor Q1, che fa da amplificatore del suddetto segnale sull'altoparlante collocato nel suo collettore. Senza azionare nessuno dei pulsanti P6-P8 , i tre interruttori digitali U1A, U1B e U1C sono aperti e l'oscillatore astabile oscillerà con la sola resistenza da 1M.

Quando si aziona uno dei pulsanti, il corrispondente interruttore elettronico collegherà in parallelo l'altra resistenza con quella da 1M, così da far variare la frequenza dell'oscillatore. Le resistenze R1, R3 e R5 servono per fissare un livello basso e per far sì che gli interruttori elettronici rimangano chiusi se non viene azionato nessun pulsante. Possiamo premere un solo pulsante oppure più pulsanti simultaneamente.

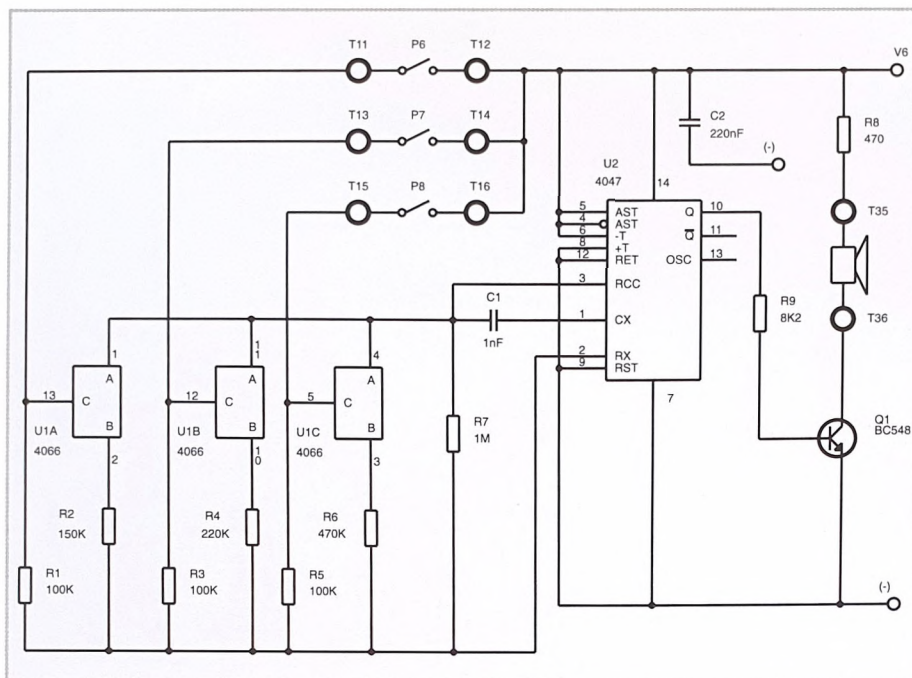
Il segnale di uscita viene applicato ad un altoparlante

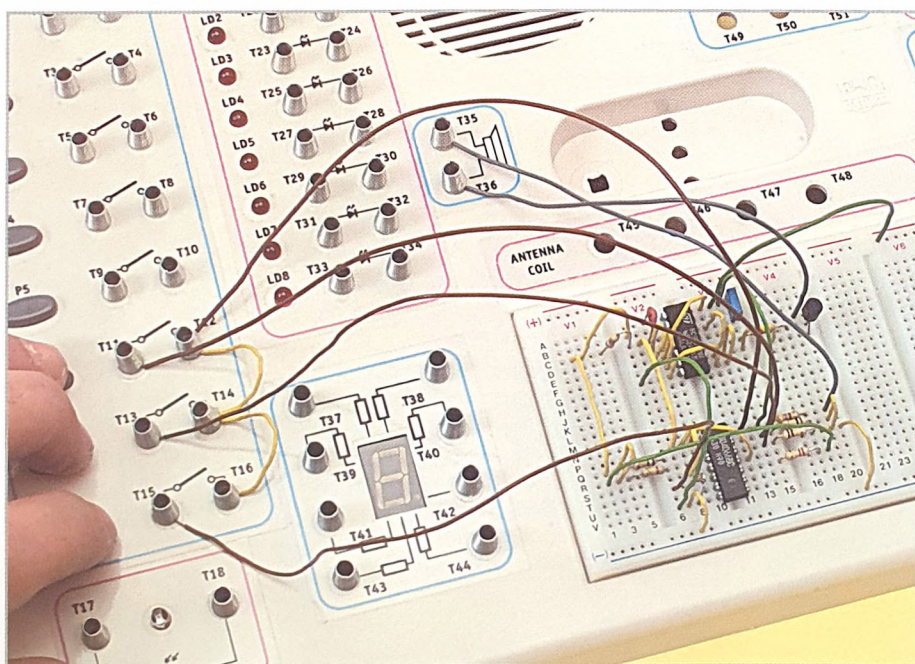
Funzionamento

Ciascuno dei tre interruttori elettronici del circuito integrato 4066 che si utilizzano in questo esperimento ha ad esso associata, una resistenza diversa, per cui lo saranno anche le frequenze generate in ciascun caso. Abbiamo parlato di tre differenti suoni, ma in realtà sono sette, perché possiamo azionare simultaneamente due pulsanti (P6 e P7, P6 e P8 oppure P7 e P8) se non addirittura tre. Il condensatore C2 è il filtro della tensione di alimentazione.

Messa in funzione

Il circuito, una volta collegato all'alimentazione, deve suonare;

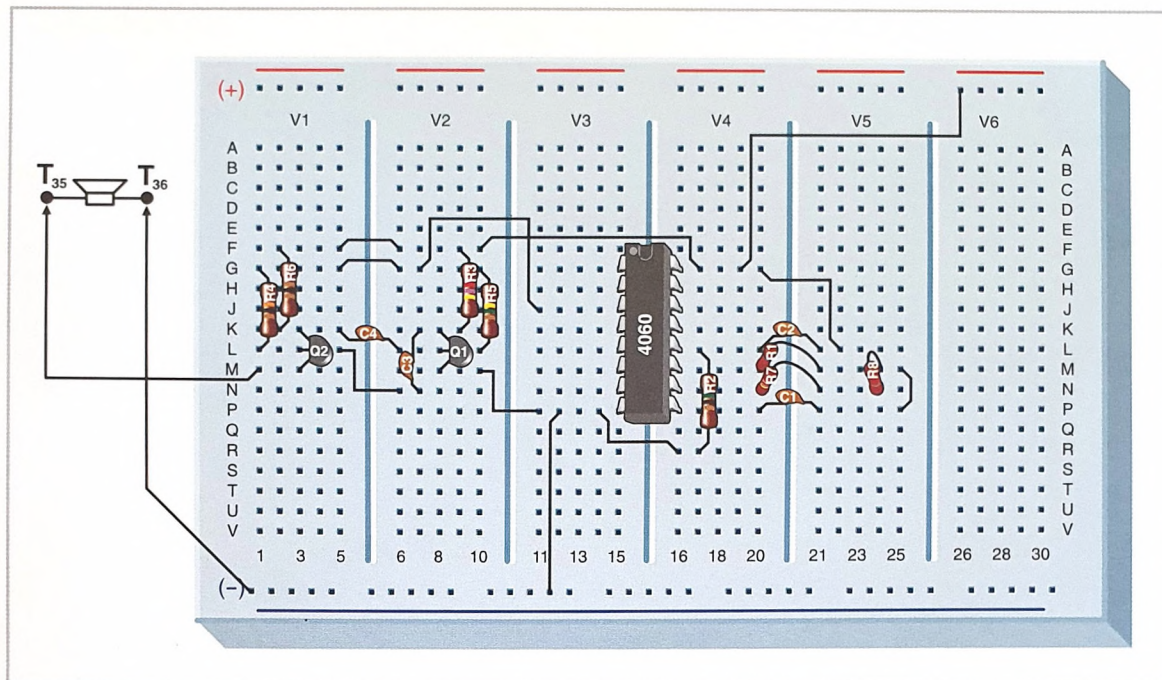
Campanello per tre porte

COMPONENTI	
R1, R3, R5	100 K
R2	150 K
R4	220 K
R6	470 K
R7	1M
R8	470 Ω
R9	8K2
C1	1 NF
C2	220 NF
U1	4066
U2	4047
Q1	BC548
P6, P7, P8	
ALTOPARLANTE	

se non lo facesse, dovremo rivedere le connessioni del 4047 e del transistor di uscita collegato all'altoparlante. Ogni volta che si aziona un pulsante, deve cambiare il suono di uscita. Se non cambiasse, ripasseremo le connessioni del 4066. Dovremo, naturalmente, aver collegato le alimentazioni del 4066. Il terminale 14 va unito a V6, mentre il 7 a (-).

La frequenza del segnale di uscita dipende dal pulsante o dai pulsanti attivati.

Esperimenti

Possiamo variare due diversi suoni che corrispondono a ogni pulsante, cambiando le resistenze collegate ai diversi commutatori elettrici R1, R2 ed R3. Possiamo anche modificare il valore del condensatore C1. Per aumentare il livello del suono emesso, possiamo portare l'uscita 10 all'entrata di un amplificatore audio utilizzando l'LM386, come abbiamo fatto altre volte per l'altoparlante.

Avviso sonoro

Il circuito suonerà in maniera diversa a seconda del pulsante azionato.

Questo circuito genera un allarme dopo che sia trascorso un determinato periodo di tempo. Il circuito di questo esperimento corrisponde a quello di un circuito di ritardo per la messa in funzione di un allarme sonoro, che potrebbe servire per ricordarci qualcosa di importante da fare. Funziona in maniera automatica quando riceve l'alimentazione.

Lo possiamo configurare per periodi di tempo brevi o lunghi: abbiamo dato, infatti, dei valori per dei tempi di ritardo di 15, 30 o 60 minuti.

Il circuito

Il circuito è costituito da due oscillatori e da un divisore di frequenza. Uno degli oscillatori è formato dai transistor Q1 e Q2, che formano il generatore di una frequenza audio di circa 3 kHz.

L'altoparlante è collegato direttamente all'emettitore del transistor Q2. Questo oscillatore si attiva solamente quando l'uscita Q14 del circuito integrato divisore 4060 è a livello alto, dato che questo livello rende possibile il funzionamento dell'oscillatore polarizzando le basi dei transistor. L'oscillatore che si utilizza come base dei tempi è quello interno del circuito integrato 4060: la sua frequenza di oscillazione dipende dai valori scelti per R1, RX e C1. La rete formata dal condensatore C2 e dalla resistenza R2 serve a generare un impulso che "resetterà" il divisore per far iniziare nuovamente il conteggio.

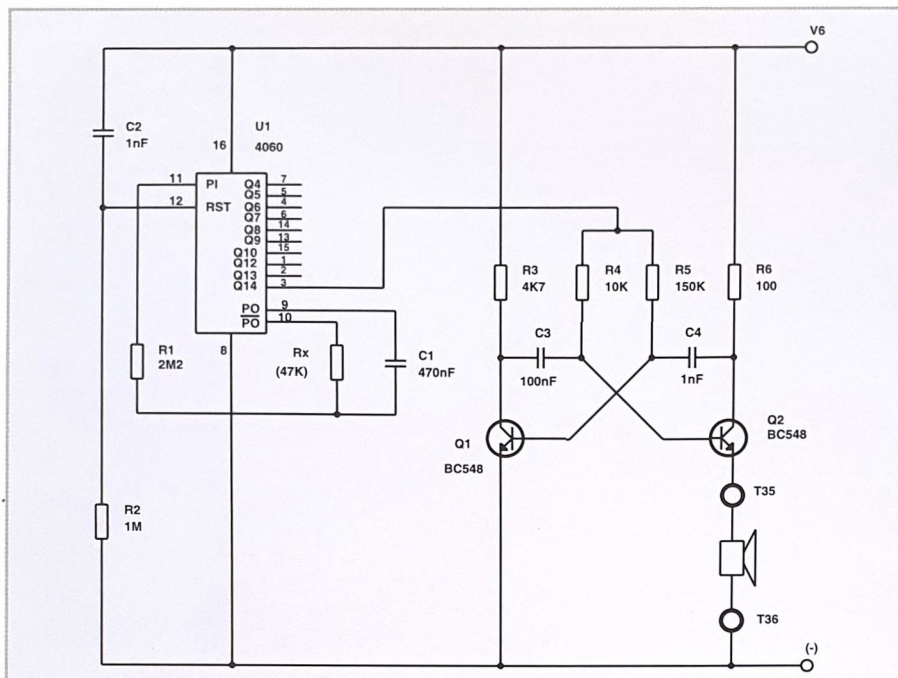
Funzionamento

Quando si collega il circuito all'alimentazione, il circuito integrato 4060 si "resetta", il conteggio torna a zero e l'oscillatore interno inizia a funzionare oscillando a una frequenza data dall'equazione: f = 1/(2,2x((Rx)xC1). L'uscita Q14 viene data da una frequenza che è quella dell'oscillatore divisa per 16.384, che è il fattore di divisione 214. A seconda del valore che sceglieremo per Rx, verranno stabiliti i tempi di ritardo.

Messa in funzione

Prima di mettere in funzione il circuito, dobbiamo collegare la resistenza Rx, che può essere una sola oppure diverse collegate in serie, in maniera tale da raggiungere il valore adeguato. Per i valori di 180K+33K, 100K+ 10K e 47K+56K otterremo delle temporizzazioni teoriche rispettivamente di 15, 30 e 60 minuti.

Il tempo di ritardo è regolabile

Avviso sonoro

COMPONENTI	
R1	2M2
R2	1M
R3	4K7
R4	10 K
R5	150 K
R6	100 Ω
C1	470 NF
C2, C4	1 NF
C3	100 NF
U1	4060
Q1, Q2	BC548
ALTOPARLANTE	

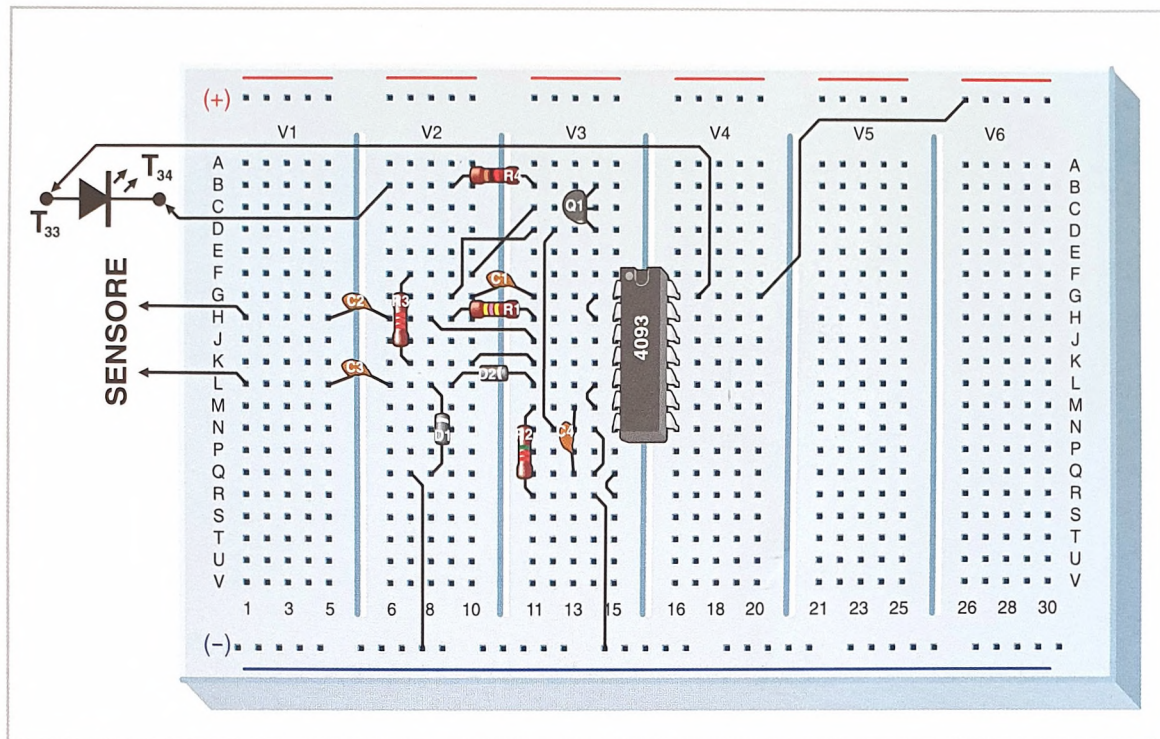
Il conteggio del tempo stabilito con Rx inizia quando viene collegata l'alimentazione; quando si cessa di alimentare il circuito, l'uscita Q14 passa a livello alto, per cui si alimenta l'oscillatore astabile da 3kHz e si attiva l'allarme sonoro che ci avvisa della fine del tempo di ritardo.

Il tempo di ritardo dipende dal valore scelto per Rx.

Esperimenti

Le temporizzazioni per cui abbiamo progettato il circuito possono cambiare semplicemente modificando il valore di Rx e/o del condensatore C1. Possiamo variare anche la frequenza del suono dell'allarme cambiando, in questo caso, le resistenze R4, R5 o il valore dei condensatori C4 e C5. A causa della tolleranza delle resistenze e del condensatore C1, i tempi teorici possono essere diversi da quelli ottenuti in pratica, per cui dovremo sempre verificarli. Nel nostro esperimento, per esempio, è stata utilizzata una Rx da 47K, a cui corrisponde un tempo teorico di circa 13 minuti, mentre con il cronometro è stato misurato un tempo approssimativo di circa 10 minuti.

Sensore del livello dei liquidi

Indichiamo con un LED, la presenza di liquido conduttore tra i terminali del sensore.

Per mezzo di questo circuito si vuole realizzare un semplice rilevatore di liquidi conduttori, in pratica di acqua. Perciò, e per minimizzare i problemi di elettrolisi che presentano i rilevatori convenzionali che utilizzano la corrente continua, si usa un treno di onde quadre che si fanno passare come segnale alternato attraverso alcuni condensatori.

Il circuito

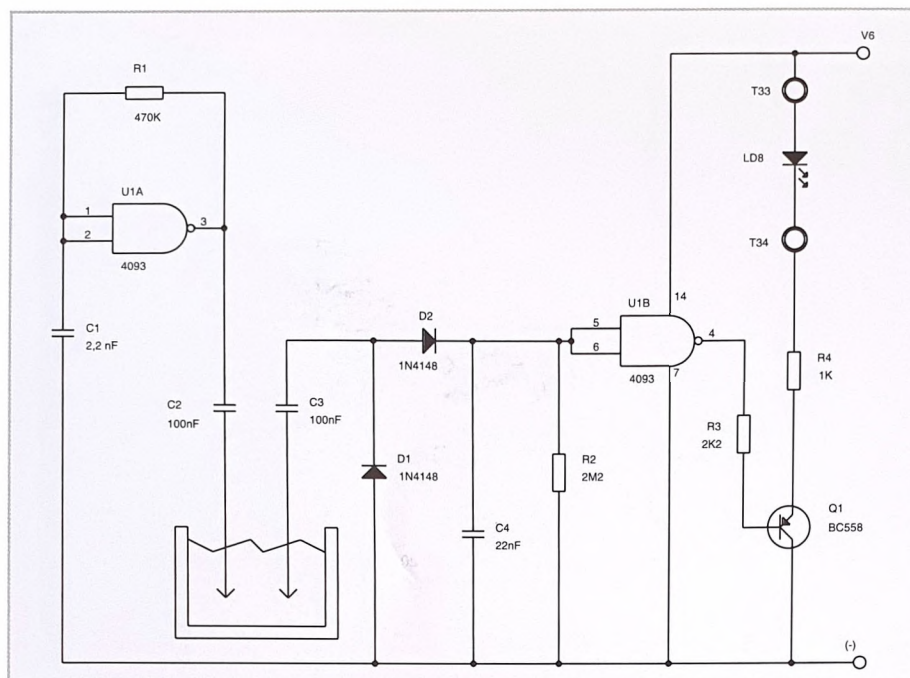
Nel circuito, la porta U1A, trattandosi di una porta di tipo trigger Schmitt, forma un oscillatore astabile. I condensatori C2 e C3 hanno i rispettivi elementi sensori collegati ad uno dei loro estremi. Quando è in stato di riposo, cioè quando non c'è nessuna sostanza (acqua) tra di loro, il condensatore C4 si scaricherà perché la porta U1B ha la propria uscita a livello alto. Questa uscita si collega direttamente alla base del transistor PNP, per cui quest'ultimo sarà interdetto e il suo diodo LED rimarrà spento.

Quando i due elementi sensori si uniscono per mezzo di un liquido conduttore – acqua –, il condensatore C4 si carica attraverso i conduttori C2 e C3 e i diodi che rettificano il segnale. In questo modo, in un breve lasso di tempo, l'uscita di U1B passerà a livello alto, quindi, il transistor PNP collegato all'uscita condurrà e conseguentemente, il diodo LED nel suo collettore si illuminerà.

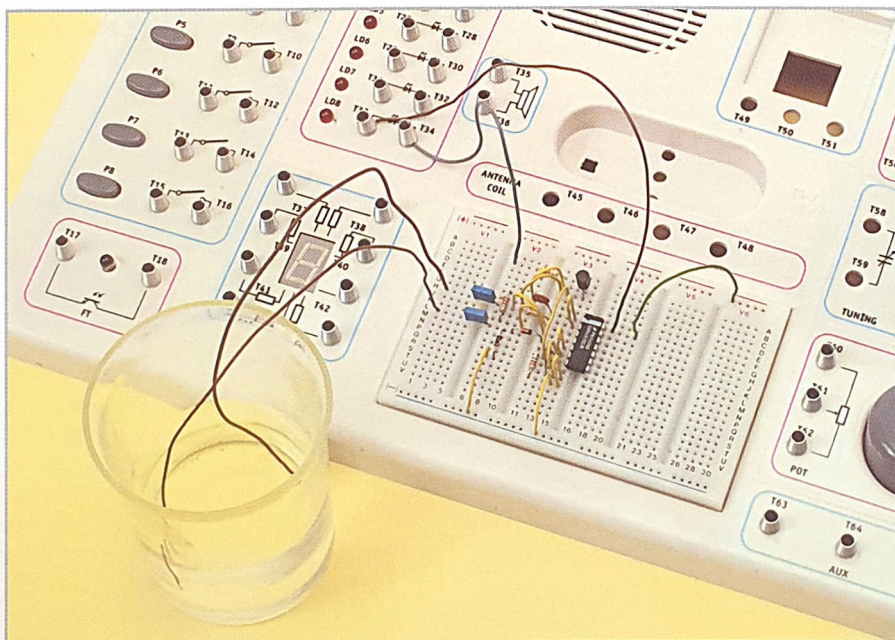
Funzionamento

La novità che questo circuito presenta, sta nel fatto che la maggior parte dei sensori di livello dei liquidi, hanno come effetto una reazione elettrolitica, che avviene tra il liquido e il metallo dei sensori stessi. A causa del passaggio della corrente continua si produce una corrosione, direttamente proporzionale alla corrente stessa, con la conseguente perdita del cavo che fa da sensore di materiale conduttore. Vanno infatti cambiati dopo un determinato periodo di tempo. Una soluzione per ovviare a questo problema è quella di assicurare che ci sia una corrente alternata (pulsante) invece che una corrente continua tra gli elettrodi o gli elementi sensori, che sono dei piccoli pezzi di cavo con le estremità spellate.

Utilizza un segnale alternato

Sensore del livello dei liquidi

COMPONENTI	
R1	470 K
R2	2M2
R3	2K2
R4	1K
C1	2,2 nF
C2,C3	100 nF
C4	22 nF
D1,D2	1N4148
Q1	BC558
U1	4093
LD8	

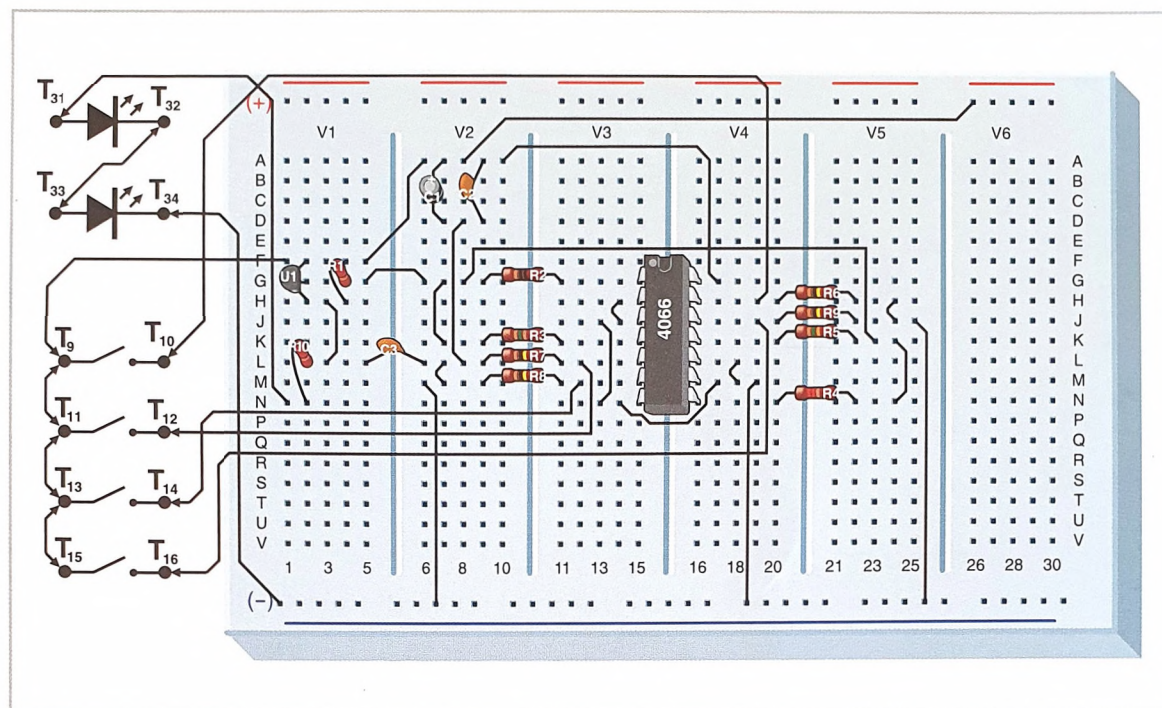
Messa in funzione

Il circuito è alimentato con una tensione di 9V che si ottiene collegando direttamente V6 e il negativo (-). Se il circuito non dovesse funzionare, si deve verificare la posizione dei diodi D1 e D2 e quella del transistor Q1 e il LED. Per verificare che funzioni, metteremo le estremità dei due cavi spellati, che ci servono da sensori, nell'acqua: il LED si deve immediatamente illuminare.

Il transistor si attiverà quando nell'uscita di U1B avremo un livello basso.

Esperimenti

Per vedere se questo circuito funziona grazie al segnale alternato generato nell'oscillatore, toglieremo il condensatore C1 e collegheremo le entrate della porta U1A alla massa, per cui avremo un livello alto nel terminale 3 della massa stessa, che non si trasmetterà, però, attraverso l'acqua, perché il condensatore non lascia passare la corrente continua. Il LED, perciò, non si illuminerà mai.

Selettore digitale di tensione

Un alto livello all'entrata selezionerà la tensione di uscita.

Grazie a questo circuito potremo ottenere in maniera semplice quattro tensioni di uscita con le caratteristiche di stabilità che il regolatore 78L05 garantisce. Per cambiare la tensione, basterà attivare una delle quattro porte di trasmissione associate al circuito.

Il circuito

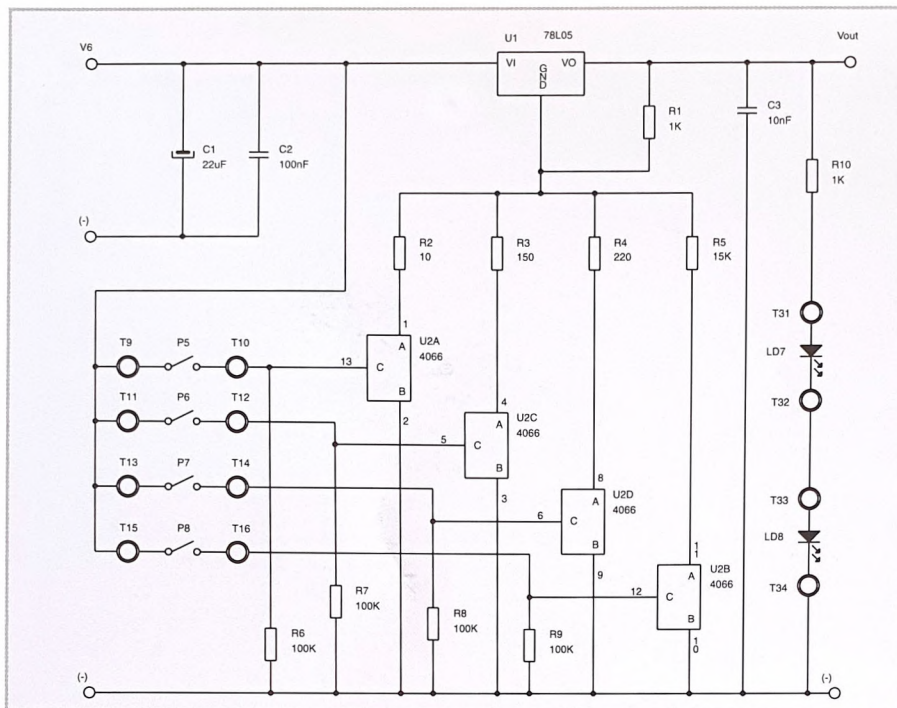
In stato di riposo i quattro interruttori elettronici che costituiscono l'integrato U2 sono aperti, perché le sue entrate di controllo, per mezzo delle resistenze da R6 a R9, sono collegate al negativo dell'alimentazione. In questo stato, il regolatore non funziona come tale, non avendo il proprio terminale GND collegato al negativo dell'alimentazione; l'uscita, avrà comunque una tensione di circa 8V. Se adesso azioniamo un pulsante, P5 per esempio, U2A si chiuderà rimanendo la resistenza R2 collegata al negativo dell'alimentazione. In questa situazione, la tensione di uscita sarà di 6V. Se, invece di azionare P5, avessimo azionato P6, P7 o P8, la tensione di uscita sarebbe cambiata.

In questi casi, la tensione di uscita viene data dalla somma della tensione di uscita del regolatore, tensione presente nella resistenza R1, e della tensione presente negli estremi della resistenza che collega il rispettivo interruttore elettronico al negativo dell'alimentazione. Questa tensione è stabile perché il circuito ha un generatore di corrente nell'uscita GND.

Funzionamento

Il regolatore 78L05 tra l'entrata e l'uscita ha sempre bisogno di una tensione minima di almeno 1V, quindi, se viene alimentato a 9V e si collega il terminale GND al negativo dell'alimentazione, tra la sua entrata (VI) e l'uscita (VO) avremo 4V. Se, come accade, il terminale GND viene collegato a una resistenza qualunque da R2 a R5, azionando il rispettivo pulsante, per mezzo di un'altra resistenza, R1, si verificherà una caduta di tensione che si aggiungerà ai 5V del regolatore. Azionando i pulsanti P5, P6, P7 e P8, la tensione di uscita sarà rispettivamente di 6, 7, 7,5 e 8V. I diodi LED collegati all'uscita vengono utilizzati per poter osservare le variazioni di tensione senza necessità di utilizzare strumenti di misurazione.

Tra i terminali VO e GND avremo sempre 5 V

Selettore digitale di tensione

COMPONENTI	
R1, R10	1K
R2	10 Ω
R3	150 Ω
R4	220 Ω
R5	15 K
R6 a R9	100 K
C1	22 µF
C2	100 nF
C3	10 nF
U1	78L05
U2	4066
LD7 e LD8	

Messa in funzione

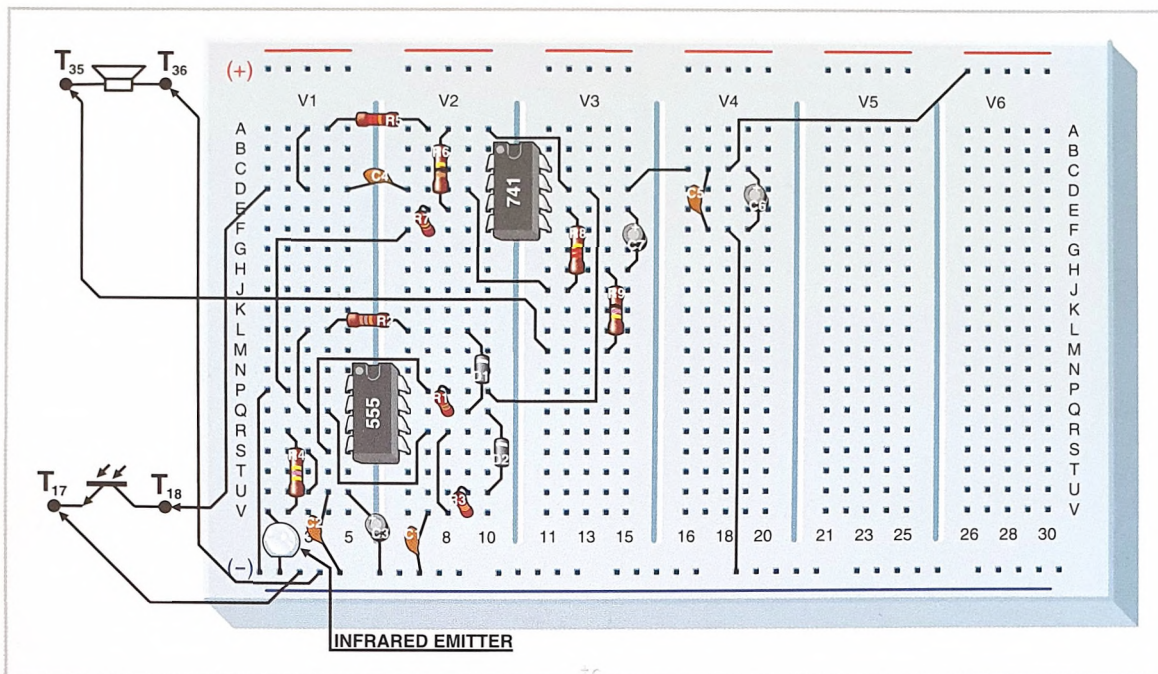
In questo montaggio è importantissimo non invertire i terminali del regolatore perché correremmo il rischio di distruggerlo. È fondamentale anche collegare correttamente l'alimentazione del 4066 i cui terminali di alimentazione sono il 14 per il positivo e il 7 per il negativo. Pertanto, prima di alimentare il circuito, converrà rivedere tutte e due le connessioni. Per quanto riguarda la messa in funzione del circuito, non dovremmo incontrare alcun problema. Se il circuito non funzionasse, scollegheremo l'alimentazione e verificheremo sia la polarità di C1 che quella dei diodi LED.

La tensione di uscita dipende dal pulsante premuto.

Esperimenti

Si possono togliere le resistenze da R2 a R5 e gli interruttori elettronici, U2 e collegare un potenziometro da 5K tra GND e il negativo dell'alimentazione. In questo modo otterremo una fonte di alimentazione regolabile da 5 a 8V.

Emettitore/ricevitore a infrarossi

Invia e riceve una raffica di impulsi invisibili.

Questo esperimento consiste nell'inviare e ricevere una raffica continua di luce non visibile ad occhio nudo (infrarossi) ad una determinata frequenza. Si utilizza una frequenza udibile perché possa essere sentita e verificata ascoltando il tono emesso dall'altoparlante del laboratorio.

Il circuito

Come è facile dedurre, questo circuito consta di due parti: l'emettitore e il ricevitore. Il circuito emettitore è un semplice oscillatore astabile montato intorno a un 555. Il diodo a infrarossi si collega direttamente all'uscita dell'oscillatore per mezzo di una resistenza limitatrice della corrente, R4. Questo diodo LED si differenzia da un normale LED per il fatto che la luce da esso emessa è invisibile e per il colore della capsula, solitamente tutta trasparente oppure leggermente azzurrata. La frequenza di questa luce è altissima ed è nello spettro dell'infrarosso. Il LED viene pilotato con la frequenza audio di circa 1,6 kHz. Per scoprire se stiamo o meno trasmettendo un segnale, usiamo un circuito ricevitore che utilizza come sensore un fototransistor, la cui resistenza di polarizzazione del collettore è R5. Il segnale captato fa sì che la corrente del collettore segua l'andamento della corrente nel LED e che arrivi a un amplificatore. Si inserisce, però, un condensatore che impedisce il passaggio della tensione continua, ad esempio la luce del sole, o quella di una lampadina a corrente continua e attenua molto le basse frequenze prodotte dalle comuni lampade ad incandescenza alimentate dalla tensione alternata a 50 Hz della rete.

Il LED infrarosso emette luce invisibile

Precauzioni

Dato che emettitore e ricevitore sono collegati alla medesima alimentazione, bisogna evitare che interagiscano tra di loro, facendo sì che il segnale possa passare solamente attraverso l'aria e non trovi un percorso anomalo attraverso l'alimentazione. A questo provvedono i condensatori di filtro C2, C3, C5 e C6.

Funzionamento

Il diodo emettitore LED INFRA emette un fascio di luce che per poter essere captato deve arrivare al fototransistor. Osservando la fotografia del montaggio notiamo che questo non può suc-

Emettitore/ricevitore a infrarossi

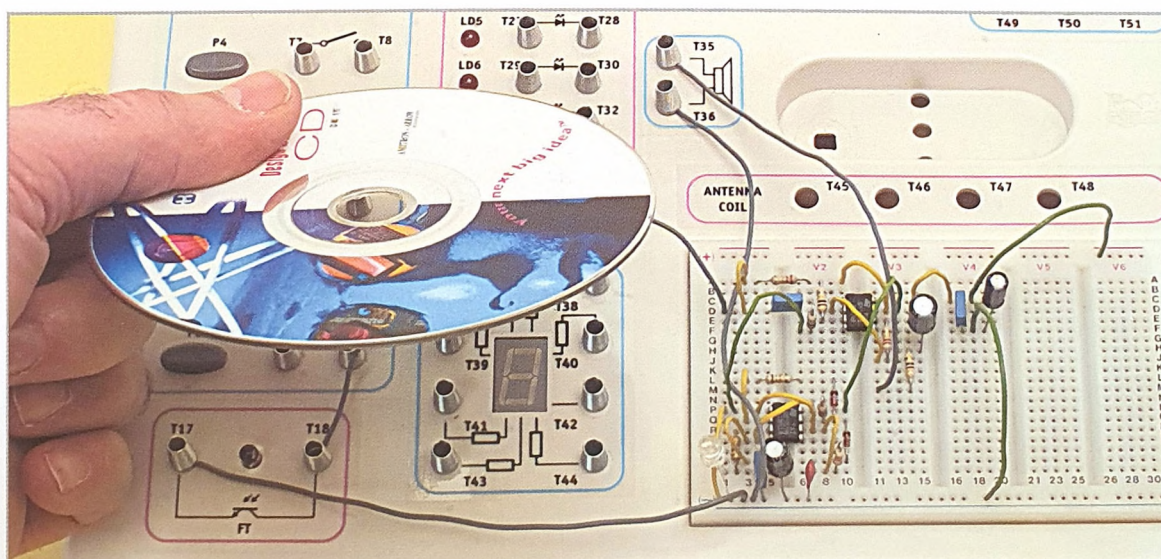
COMPONENTI	
R1	15 K
R2	18 K
R3	33 K
R4	470 Ω
R5	22 K
R6, R7	100 K
R8	220 K
R9	47 Ω
C1	10 nF
C2, C4, C5	100 nF
C3	220 µF
C6	47 µF
C7	100 µF
D1,D2	1N4148
U1	555
U2	741
LED INFRA	
FT1	
ALTOPARLANTE	

cedere senza l'ausilio di un oggetto, meglio se uno specchio, che rifletta la luce del LED sul sensore. In mancanza di uno specchio potremmo utilizzare un CD, che avendo una superficie lucida rifletterà il fascio di infrarossi affinché il fototransistor lo possa captare. Come avrete capito, questo è il principio dei "sensori di prossimità" a infrarossi.

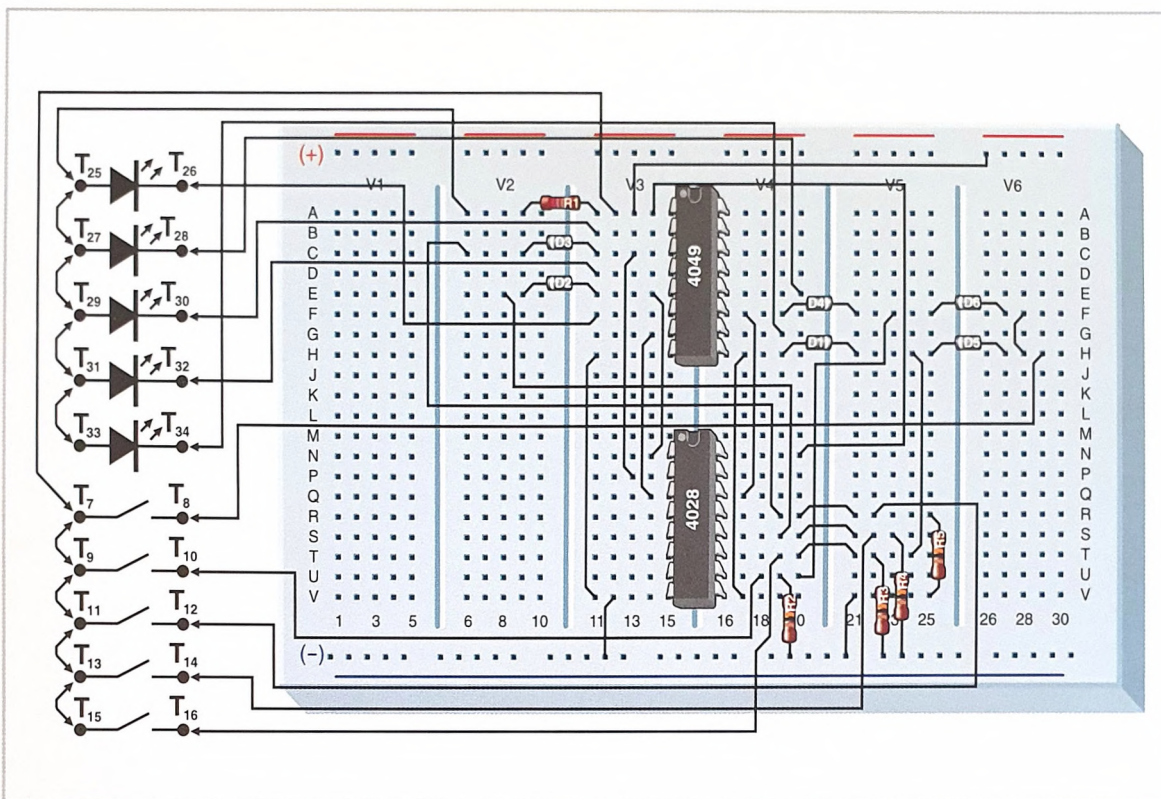
Messa in funzione

Questo circuito è sensibile alla luce, soprattutto alla luce artificiale, dato che ascolteremo i 50 o 60 Hz della rete. Funziona meglio in ambienti con poca luce, ma è interessante sentire il rumore originato dalla luce artificiale. Il circuito deve emettere un suono solamente quando la luce infrarossa viene riflessa verso il fototransistor.

Esperimenti

Per verificare che quanto si sta ascoltando è effettivamente il tono generato, possiamo cambiare la frequenza audio modificando la capacità del condensatore C1: per esempio, con 22 nF si raggiunge una frequenza di 1 kHz.

Il fascio di luce viene captato quando è riflesso da un oggetto.

Tastiera elettronica

La tastiera si blocca se vengono premuti due o più tasti.

Il circuito è l'applicazione di una tastiera con funzione memoria; ogni volta, cioè, che si preme un tasto, rimane attivato il corrispondente diodo LED. Inoltre, azionando vari pulsanti insieme, il circuito non risponde e non viene attivata nessuna uscita.

Il circuito

In stato di riposo, senza che nessuno dei pulsanti sia attivato, le entrate A, B, C e D di U2, 4028, mediante le resistenze da R2 a R5, sono a livello basso. L'uscita Q0 di U2, quindi, è a livello alto. Essa si inverte per mezzo di U1C, per cui il LED LD4 si illumina. Se ora premiamo P5, per esempio, l'ingresso A passerà a livello alto, mentre le altre rimarranno a livello basso. Il decodificatore porterà l'uscita Q1, terminale 14, a livello alto. Ne consegue che anche l'ingresso A passerà a livello alto attraverso il diodo D4.

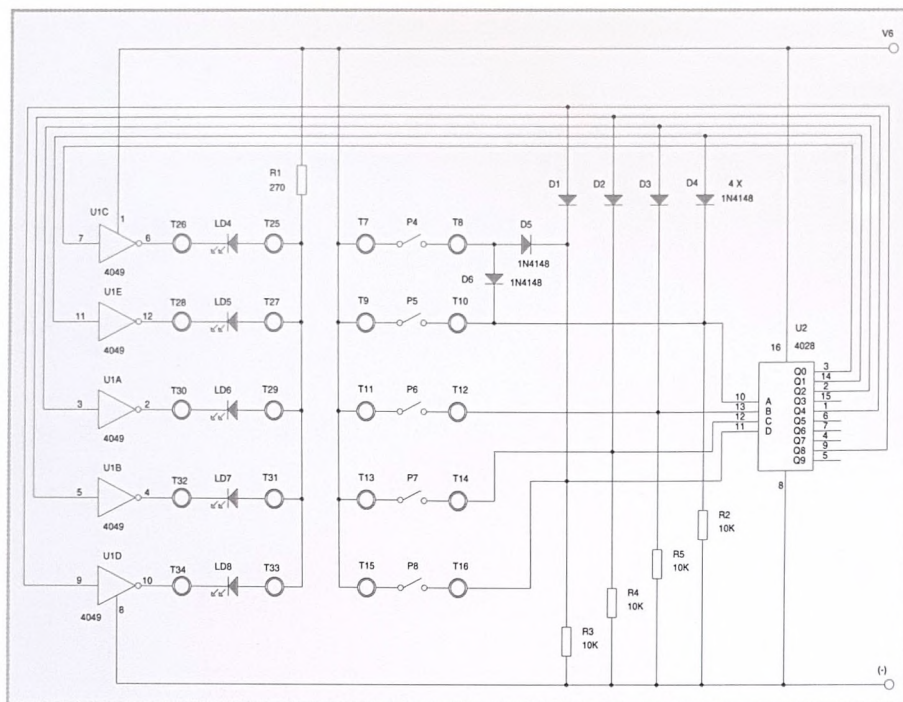
L'uscita Q1, quindi, rimarrà fissa a livello alto. Se adesso si aziona P7, l'uscita C passerà a livello alto per cui dato che anche l'ingresso A era realmente attiva, avremo all'ingresso A = 1, B = 0, C =1 e D = 0. Di conseguenza, l'uscita Q5 passa a livello alto. Dato che questa uscita non è collegata, Q1 passa a zero e lo fa anche l'ingresso A; rimane attiva l'uscita Q4 che si invertirà in U1B e farà illuminare LD7.

Funzionamento

Se si aziona P4, l'uscita Q0 rimane attiva a livello alto; se si azionano P5, P6, P7 o P8 si azionano rispettivamente Q1, Q2, Q4 o Q8. Ne consegue che si illumineranno simultaneamente LD4, LD5, LD6, LD7 o LD8 a seconda di quale sia l'uscita da Q0 a Q8 che sia stata attivata. Il pulsante P4 attiva l'uscita Q0, per cui si attiva l'ingresso 9: A = 1, B = C = 0 e D = 1 per cui si attiva l'uscita Q9, ma dato che essa non è collegata, tutte le entrate A, B, C e D passeranno a livello basso e si attiverà l'uscita Q0 che farà illuminare LD4.

Se due o più pulsanti vengono azionati, non si illuminerà nessun LED perché si attiveranno

Rileva se vengono premuti due pulsanti

Tastiera elettronica

COMPONENTI	
R1	270 Ω
R2 a R5	10 K
R3	33 K
D1 a D6	1N4148
U1	4049
U2	4028
P4 a P8	
LD4 a LD8	

le uscita di U2 che non risultano collegate. Il pulsante P4 funziona in maniera tale da accendersi, o spegnersi, ogni volta che viene azionato.

Messa in funzione

La cosa più importante per far funzionare il circuito è quella di realizzare il montaggio ponendo particolare attenzione a tutte le connessioni e alla polarità dei diodi e dei semiconduttori, come i LED. Prima di dare tensione al circuito, è importante rivedere anche l'alimentazione dei due circuiti integrati.

Esperimenti

L'unico esperimento che possiamo realizzare è quello di cambiare la luminosità del diodo LED che si attiva ogni volta.

L'unico modo di farlo è cambiare il valore della resistenza R1. Possiamo, inoltre, ridurre il consumo senza cambiare il funzionamento del montaggio, semplicemente aumentando il valore delle resistenze da R2 a R5.

Il circuito ha la funzione memoria che mantiene attiva l'uscita selezionata.

Controllo dell'illuminazione di 8 LED

I LED si accendono e spengono ordinatamente.

Questo circuito si prefigge di realizzare una semplice applicazione in grado di verificare come i dati viaggino di otto in otto. A questo scopo, si stabilisce un ingresso di dati continui di 8 uno seguiti da 8 zero così da poter verificare visivamente l'effetto. Si ripete poi il tutto in maniera sequenziale. Si illumina il LED LD1 e a poco a poco si illuminano tutti gli altri LED; una volta che si siano illuminati tutti i LED, si spegne il diodo LD1 e progressivamente tutti gli altri LED, fino a quando non si illumina nuovamente LD1. Tutto il processo si ripeterà fin quando verrà mantenuta l'alimentazione.

Il circuito

L'esperimento consiste nello spostamento di un pacchetto di 8 uno seguito da un altro di 8 zero; i due pacchetti si alterneranno a vicenda. L'oscillatore è dotato di un potenziometro per poter cambiare la frequenza del clock. Quest'ultimo segna lo spostamento di un bit alle uscite e l'incremento del contatore. Il contatore conta da 000=0 a 111=7 e quando arriva il 1000=8, quando cioè l'uscita Q4 passa a livello alto, nel contatore si carica 0000 (si resetta) e si introduce nel flip-flop J-K, configurato come un flip-flop T, un fronte. Perciò, ogni volta che si produce questo fronte, l'uscita cambia di stato: se è a livello basso passa a livello alto e viceversa. L'uscita del flip-flop è l'ingresso dei dati del 4015. Questo integrato ha i suoi due registri da 4 bit in cascata, l'ultima uscita del primo, terminale 2, si collega all'ingresso dei dati del secondo, terminale 7. Gli ingressi di RESET sono stati disabilitati mettendo i terminali 6 e 14 al negativo dell'alimentazione.

Funzionamento

Il circuito funziona automaticamente: una volta collegata l'alimentazione, l'oscillatore inizia a funzionare e il contatore a contare da 0 a 7. In ogni conteggio cambierà lo stato del flip-flop T configurato a partire dal 4027. In questo modo, durante gli 8 cicli del clock, attraverso l'ingresso dei dati, terminale 15, entreranno degli zero, mentre durante gli altri 8 cicli, entreranno degli uno. Quando entrano gli uno, inizieranno a illuminarsi i diodi da LD1 a LD8, mentre cominceranno a spegnersi da LD1 a LD8 quando entrano degli zero.

Un contatore stabilizza i dati

Controllo dell'illuminazione di 8 LED

COMPONENTI	
R1 a R8	2K2
R9	10 K
P1	500 K
C1	220 nF
U1	4093
U2	4015
U3	4029
U4	4027
LD1 a LD8	

Messa in funzione

Con l'alimentazione collegata a V6, il circuito inizierà a funzionare immediatamente. Se non succedesse, si deve aspettare alcuni secondi perché potrebbe darsi che la frequenza dell'oscillatore sia bassa. Se non dovesse proprio funzionare, si scollegherà immediatamente dall'alimentazione e si ripasseranno tutte le connessioni iniziando dall'alimentazione degli integrati. Perché il circuito funzioni correttamente, è necessario che sia presente un clock attraverso il quale verificare il collegamento della porta del 4093 e l'alimentazione dell'integrato, terminale 7 (negativo) e 14 (positivo).

I diodi LED si accendono e si spengono sempre partendo da LD1 e finendo con LD8.

Esperimenti

Non c'è nessuna possibilità di effettuare dei cambiamenti nel montaggio sperimentale, ad eccezione del rango di frequenze dell'oscillatore.

Potremo cambiare il valore della resistenza R9 e quello del condensatore C1.

Sequenziatore ottico

Quando un ostacolo interrompe la luce che incide sul fototransistor, il contatore avanza fino a otto.

Questo circuito è la base per un eventuale rilevatore ottico di oggetti o persone che, intercettando la luce incidente sul sensore, genera un impulso in grado di produrre uno spostamento del diodo LED illuminato. Se, ad esempio, mettiamo il circuito con il sensore in un lato di un corridoio e la fonte di luce nell'altro, si potrà contare il numero delle persone che sono passate. Questo circuito è estremamente elementare ed è in grado di contare solamente fino a otto.

Il circuito

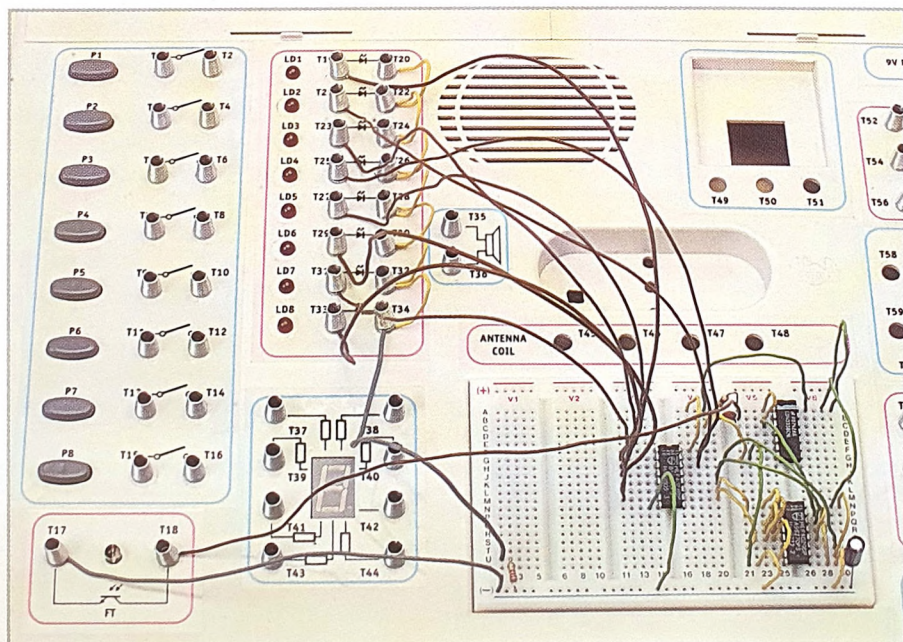
Osservando lo schema, vediamo che il fototransistor è stato polarizzato per mezzo della resistenza R1 in una zona di massima sensibilità, cosicché, se arriva luce, nel collettore abbiamo un livello basso che viene applicato all'ingresso della porta U1A, la quale lo inverte per avere all'ingresso del clock del contatore un livello alto. Se si interpone fra circuito e fonte luminosa un ostacolo e il livello della luce ricevuta diminuisce, sul suo collettore avremo un livello alto, che verrà invertito da U1A, diventando un livello basso all'ingresso del clock del contatore, che non influirà sul conteggio. Dato che si è supposto che l'oggetto che ha intercettato la luce sia una persona e che si muova, quando questa sarà passata, la luce tornerà e nel collettore si genererà un livello basso, che all'ingresso del clock del contatore si tradurrà in una transizione da livello basso a livello alto; la sua uscita ne risulterà incrementata di una unità. L'incremento si verifica perché il contatore è stato configurato in modalità decimale, con l'ingresso B/D = 0. La modalità di conteggio ascendente/discendente viene imposta collegando direttamente l'ingresso U/D al positivo dell'alimentazione. L'uscita del contatore viene applicata alle entrate del decodificatore BCD in sistema decimale, 4028. Questo integrato attiva l'uscita corrispondente all'ingresso selezionato. Dato che le uscite del decodificatore sono attive a livello alto, dobbiamo collegarle all'anodo dei LED per far sì che all'occorrenza questi si illuminino.

Rilevatore di oggetti

Sequenziatore ottico

COMPONENTI	
R1	100 K
R2	2K2
C1	1 nF
C2	22 µF
U1	4093
U2	4029
U3	4028
DA LD1 A LD8	
FT1	

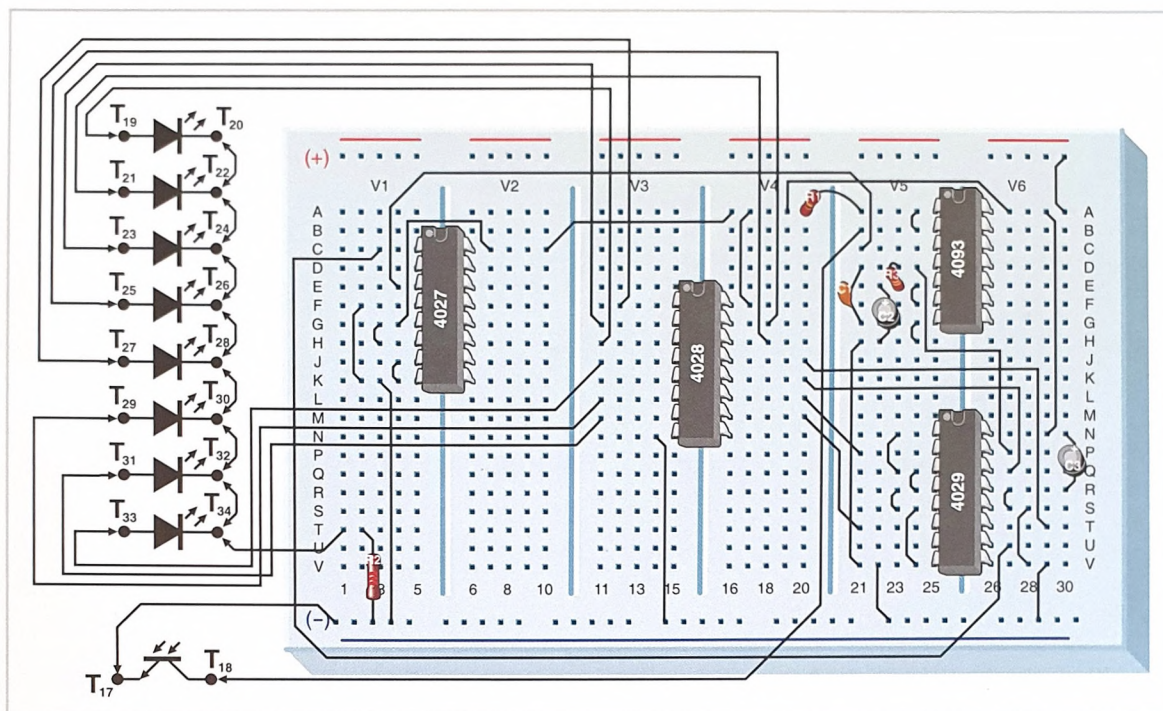
Funzionamento

Quando si collega l'alimentazione al circuito, il diodo corrispondente all'uscita Q0, LD1, sarà acceso. Mentre è alimentato e non c'è nessun ostacolo fra il sensore e la fonte luminosa, il circuito rimane in questo stato. Ogni volta che qualcosa interrompe il flusso luminoso, il sensore genera un impulso che incrementa il contatore e il LED illuminato passerà da Q0 sino a Q7. Dobbiamo tenere conto che le uscite Q8 e Q9 non possiedono LED per cui, quando sono attive, nessuno dei LED sarà illuminato.

Il diodo LED illuminato si sposta in modalità ascendente da LD1 a LD8.

Esperimento

Si può cambiare la resistenza di polarizzazione dei LED per cambiare la loro illuminazione. Tenendo conto che l'integrato eroga circa 10 mA al massimo, non è consigliabile ridurre il valore di R2 al di sotto di 1K. Per ridurre l'illuminazione, invece, possiamo aumentare il valore di R4 quanto vogliamo, senza alcun problema, anche fino a spegnere il LED.

Controllo luminoso di spostamento

Ogni volta che viene intercettata la luce, si inverte il senso in cui si sposta il LED illuminato

Questo circuito realizza uno spostamento continuo di un diodo LED illuminato, da LD1 a LD8 per il giorno, e da LD8 a LD1 per la notte o viceversa. Per provocare il cambiamento di direzione si rileva il cambiamento del livello logico dell'ingresso che stabilisce la modalità del conteggio.

Il circuito

Un oscillatore costruito a partire da una porta NAND del tipo Trigger Schmitt darà la frequenza del clock che segnerà la velocità di spostamento dei LED e quindi sarà collegato all'ingresso del clock del contatore. Il diodo LED illuminato si sposta in un senso, ma ogni volta che un oggetto interrompe per un momento la luce che incide sul fototransistor, l'ordine secondo cui si illuminano i LED si inverte. Il circuito che stabilisce la modalità del conteggio è formato dal fototransistor che fa da sensore, e da un flip-flop JK (U4A) configurato come flip-flop T. Supponiamo che sia giorno; si collega l'alimentazione e l'uscita Q del flip-flop U4A è a livello alto: Q = 1. In questo caso, il contatore sarà configurato per lavorare in modalità ascendente e, dato che l'oscillatore sta funzionando liberamente, si starà producendo uno spostamento dei LED da LD1 a LD8. I due successivi impulsi di clock faranno apparire sul contatore l'8 = 1000 e il 9 = 1001 e si attiveranno le uscite Q8 e Q9 del decodificatore 4028. In questa fase non avremo LED accesi, perché non ve ne sono di collegati a queste due uscite. Il successivo impulso attiverà il LED LD1. Se, adesso, oscuriamo per un momento il sensore, nel clock del flip-flop JK si produce una transizione che causa un cambiamento all'uscita del flip-flop mettendo a zero Q, Q = 0. In questo momento, il verso secondo il quale si spostano i LED cambia e i LED si illuminano da LD8 a LD1.

Un fototransistor si comporta da sensore ottico

Funzionamento

Non dovremo fare altro che collegare l'alimentazione al circuito; quest'ultimo sarà soggetto a determinate condizioni della luce e inizierà a spostare i diodi in un senso. Quando il livello della luce che incide sul circuito cambia, si cambia anche il senso secondo il quale si spostano i LED. Trattandosi di un circuito sperimentale, esso non

Controllo luminoso di spostamento

COMPONENTI	
R1	100 K
R2	2K2
R3	470 K
C1	1 NF
C2	1 F
C3	22 µF
U1	4093
U2	4029
U3	4028
U4	4027
DA LD1 A LD8	
FT	

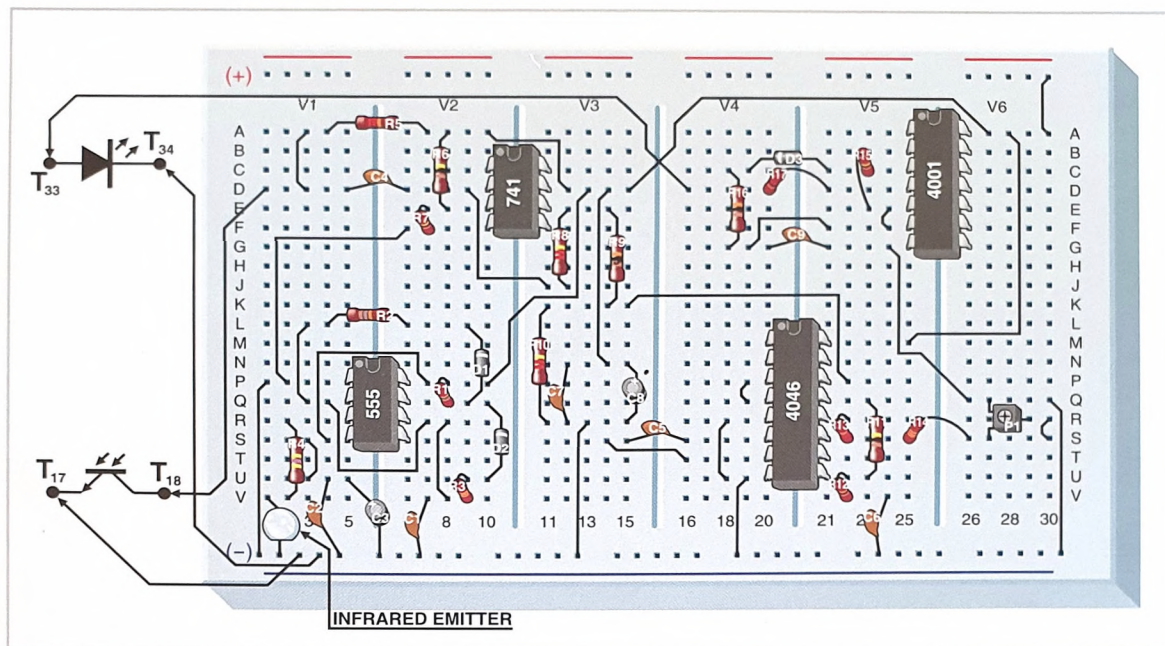
possiede un filtro che elimina i 50 Hz della rete; perciò, quando si illumina con una luce artificiale alimentata dalla rete, il circuito rileva i 50 Hz e i LED si spostano molto velocemente. Questo "effetto" incide particolarmente quando si usa un'illuminazione fluorescente. Non capita con la luce solare o con quella di una torcia. Raccomandiamo di effettuare gli esperimenti cambiando diverse fonti luminose, per osservare i diversi comportamenti del circuito.

Esperimento

Per far sì che lo spostamento dei LED avvenga più velocemente o più lentamente, possiamo cambiare la frequenza del segnale del clock generata dalla porta U1B. Dobbiamo cambiare la resistenza R3 e/o il condensatore C2, in maniera tale che un aumento dei suoi valori farà diminuire la frequenza, mentre con una loro diminuzione otterremo un aumento della frequenza di uscita. Possiamo cambiare anche la resistenza di polarizzazione dei LED per modificarne l'illuminazione, ma dovremo stare attenti a non scendere sotto 1K, ciò per evitare di danneggiare il circuito integrato 4028.

Il verso secondo il quale si spostano i LED si inverte a ogni impulso ricevuto dal flip-flop U4A.

Discriminatore da 1,4 kHz

Anche se il fototransistor si illumina, il LED si attiva solamente quando la luce che vi incide, contiene un tono superiore a 1,4 kHz.

Questo circuito è diviso in due parti – un emettitore e un ricevitore – che normalmente sono lontani e alimentati indipendentemente. Dato che si tratta di un circuito sperimentale, però, li montiamo insieme. L'emettitore invia la luce a infrarossi modulata a un tono approssimativamente di 1,4 kHz. Il ricevitore attiva la propria uscita, che in questo caso è un diodo LED, solamente quando riceve la luce a infrarossi modulata a un tono che ha la stessa frequenza. Infatti, non "risponde" ad altri tipi di luce.

Il circuito

Il circuito rileva solamente la frequenza di 1,4 kHz e rifiuta tutte le altre frequenze. Per la generazione e la trasmissione del tono da 1,4 kHz, si utilizza un semplice oscillatore astabile montato intorno a un 555. Il diodo a infrarossi viene collegato direttamente all'uscita dell'oscillatore attraverso una resistenza limitatrice di corrente, R4. Per poter rilevare se stiamo o meno trasmettendo il segnale, si utilizza un circuito ricevitore che usa come elemento captante il fototransistor del laboratorio, questo viene polarizzato mediante la resistenza R5. Il condensatore C4 consente soltanto il passaggio dei segnali alternati verso l'amplificatore operazionale U2; il tono ricevuto all'uscita di questo operazionale ha un livello sufficiente a innescare il circuito rilevatore del tono. Quest'ultimo circuito è costituito dal PPL 4046 con una serie di componenti a esso collegati. Dato che non si dispone di regolazione nell'emettitore e si possono subire delle forti variazioni, la frequenza di rilevamento viene regolata per mezzo del potenziometro P1.

Il ricevitore si attiva con un tono da 1,4 kHz

Funzionamento

In un normale circuito, il diodo LED emettitore di infrarossi, dovrebbe essere allineato al fototransistor ricevitore perché quest'ultimo possa captare la luce. Nel nostro caso, però, l'illuminazione del fototransistor viene realizzata grazie a un processo di riflessione e, quindi, i componenti – l'emettitore e il fototransistor – devono essere rivolti verso l'alto. Per simulare l'ostacolo, sarebbe meglio utilizzare uno specchio oppure un CD, il fascio di luce a infrarossi si riflette e giunge così al fototransistor.

Messa in funzione

Prima di essere utilizzato, il circuito deve essere regolato. A questo scopo, si devono verificare, innan-

Discriminatore da 1,4 kHz

COMPONENTI	
R1	15 K
R2	18 K
R3, R14	33 K
R4	470 Ω
R5, R13	22 K
R6, R7, R11, R15	100 K
R8, R10	220 K
R9, R12, R16	10 K
R17	1K
P1	100 K
C1	10 nF
C2, C4, C6, C9	100 nF
C3	220 µF
C5	22 nF
C7	220 nF
C8	47 µF
D1, D2	1N4148
U1	555
U2	741
U3	4046
U4	4001
LED INFRA	
FT1	
LD8	

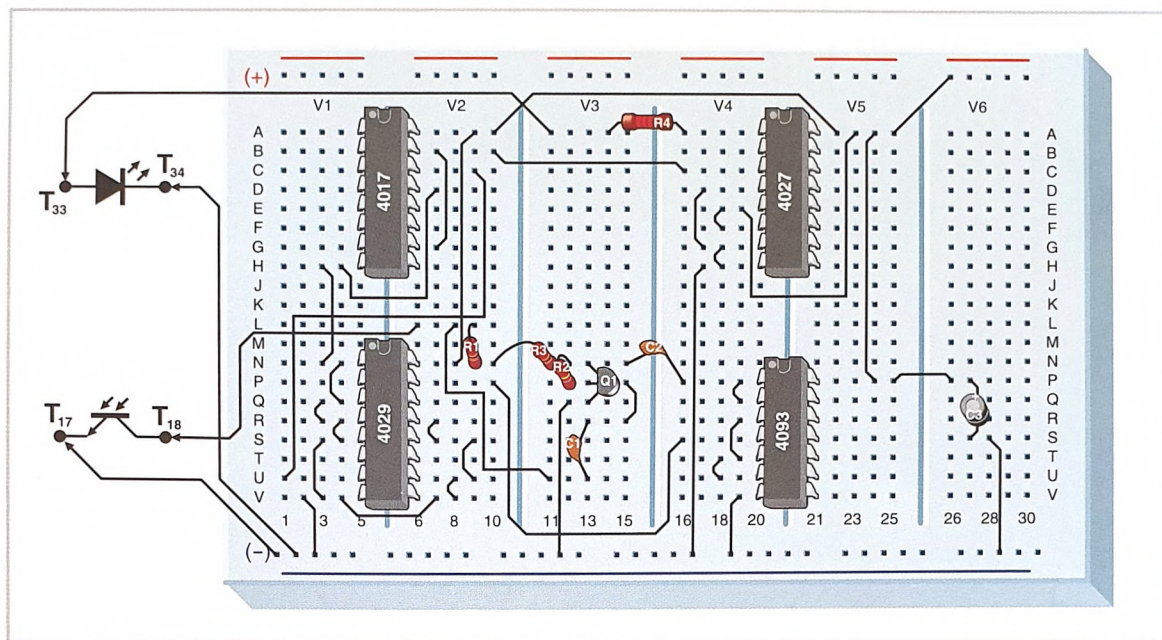
zitutto, le connessioni e tutti i componenti; collegheremo poi l'alimentazione. Il circuito sta già trasmettendo e ricevendo il segnale, ma dobbiamo spostare il cursore del potenziometro P1 fino a quando il diodo LED LD8 non si illumina. Non dimentichiamoci di interporre uno specchio del diametro di circa 10 centimetri. Se dopo aver mosso il cursore di P1 e avergli fatto percorrere tutto il suo percorso, il LED non si è illuminato, si deve verificare che il LED sia stato correttamente collegato: il suo terminale più lungo corrisponde all'anodo e va collegato alla resistenza R4. Se fosse stato esattamente collocato, proveremo nuovamente a regolare P1, muovendone il cursore. Se nemmeno così succedesse niente, dovremo scollegare l'alimentazione e verificare tutte le connessioni, iniziando dai componenti dotati di polarità, come i diodi e i condensatori elettrolitici. E' anche importante rivedere i terminali dell'alimentazione di ciascuno degli integrati e, soprattutto, i componenti a infrarossi – emettitore e ricevitore.

Il LED si illuminerà solamente quando riceve la frequenza di 1,4 kHz.

Esperimenti

Si può cambiare la frequenza di emissione del circuito cambiando la frequenza dell'oscillatore montato con il 555; la rilevazione cesserà, verifichiamo in questo modo che il circuito funziona. A questo scopo, cambieremo il condensatore C1 e/o le resistenze R1, R2 e R3. Possiamo provare anche a illuminare il fototransistor con un'altra fonte luminosa e verificare che il LED non si illumina.

Generatore ottico

Il clock utilizzato deriva dalla luce di una lampadina alimentata a corrente alternata.

La luce emessa da una lampadina alimentata con 50 Hz ha una frequenza di 100 Hz. Queste fluttuazioni, in genere, non sono percepibili dall'occhio umano, ma un fototransistor riesce facilmente a captarle.

Funzionamento

Il circuito utilizza come rilevatore un fototransistor con una resistenza nel collettore. La tensione nel collettore dipende dal livello di luce captato, ma passerà al resto del circuito solamente se la tensione è alternata, perché il condensatore C1 agisce come condensatore di disaccoppiamento. Il segnale alternato che passa viene amplificato. Il circuito funziona mettendo il fototransistor sotto la luce emessa da un tubo al neon (luce fluorescente) o da una lampadina (luce incandescente). Questi due elementi luminosi ricevono il segnale alternato da 50 Hz, ma dato che irraggiano la punta massima di luce, sia nei picchi del semiciclo positivo che in quelli del semiciclo negativo, in realtà emettono una luce con una frequenza da 100 Hz. In effetti, è quest'ultima che viene usata in questo esperimento. Quando il circuito funziona, il diodo LD8 lampeggia a una frequenza di 1 Hz perché il segnale captato viene diviso per cento.

Si ottiene una frequenza molto stabile

Il circuito

Il fototransistor FT1 è stato polarizzato per mezzo della resistenza R1. Il segnale del suo collettore, T18, viene amplificato mediante un piccolo amplificatore in emettitore comune realizzato con il transistor Q1. Questo amplificatore è sempre polarizzato in continua e amplifica il segnale alternato che arriva alla base per mezzo del condensatore C1. In questo modo, nel collettore di Q1, in assenza di luce – quindi in stato di riposo – avremo un livello di tensione dovuto proprio a questa polarizzazione, ma non avremo cambiamenti di tensione e nemmeno impulsi all'ingresso della porta U1A, per cui i contatori non riceveranno segnali ai loro ingressi dei clock e rimarranno fermi. Anche il LED rimarrà fisso, perché sarà o acceso o spento.

Quando il fototransistor FT1 riceve della luce artificiale, sul suo collettore appare una tensione trasmessa attraverso il condensatore C2, che ha l'aspetto di un segnale quasi quadrato: esso, attraversando le porte U1A e U1B, si converte in un'onda quadra a 100 Hz che

Generatore ottico

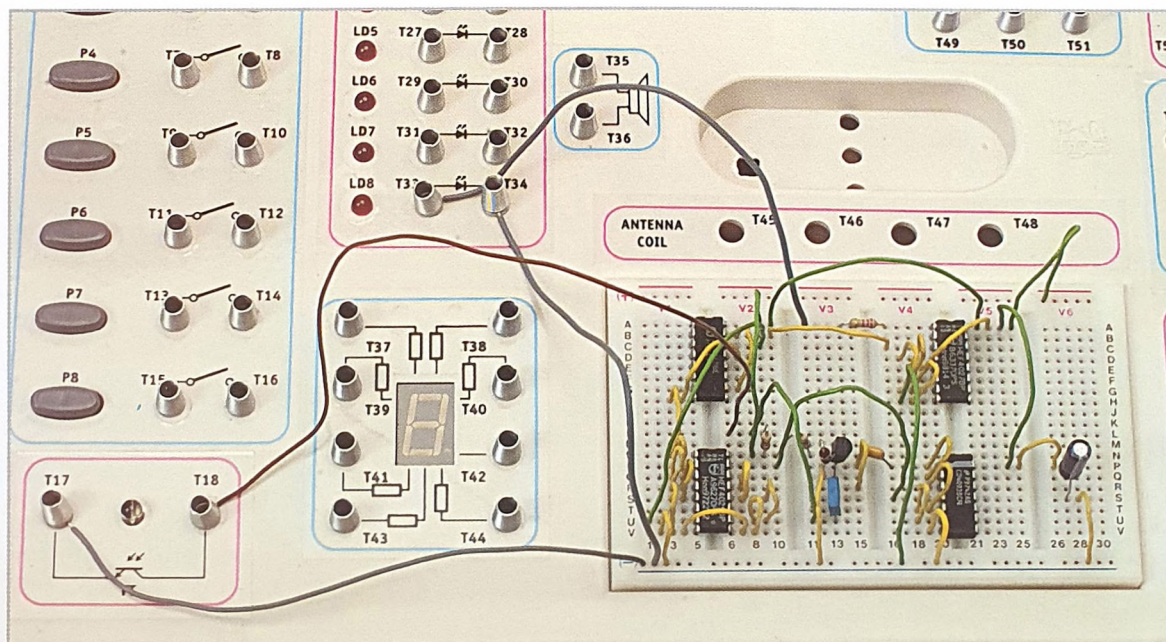
COMPONENTI	
R1, R3	10 K
R2	820 K
R4	2K2
Q1	BC548
C1	100 nF
C2	470 nF
C3	47 µF
U1	4093
U2	4029
U3	4017
U4	4027
LD8	
FT	

entrerà nel clock del contatore U2. Da quest'ultimo si prende l'uscita CO (Carry Out), che divide per dieci la frequenza del segnale d'ingresso. L'uscita viene applicata a un 4017, del quale si sfrutta l'uscita Q4, che divide l'ingresso per cinque e la si applica all'ingresso del flip-flop JK configurato come flip-flop T, che divide per due. L'uscita Q di questo flip-flop, U4A, attraverso la resistenza R4, si applica al diodo LED LD8.

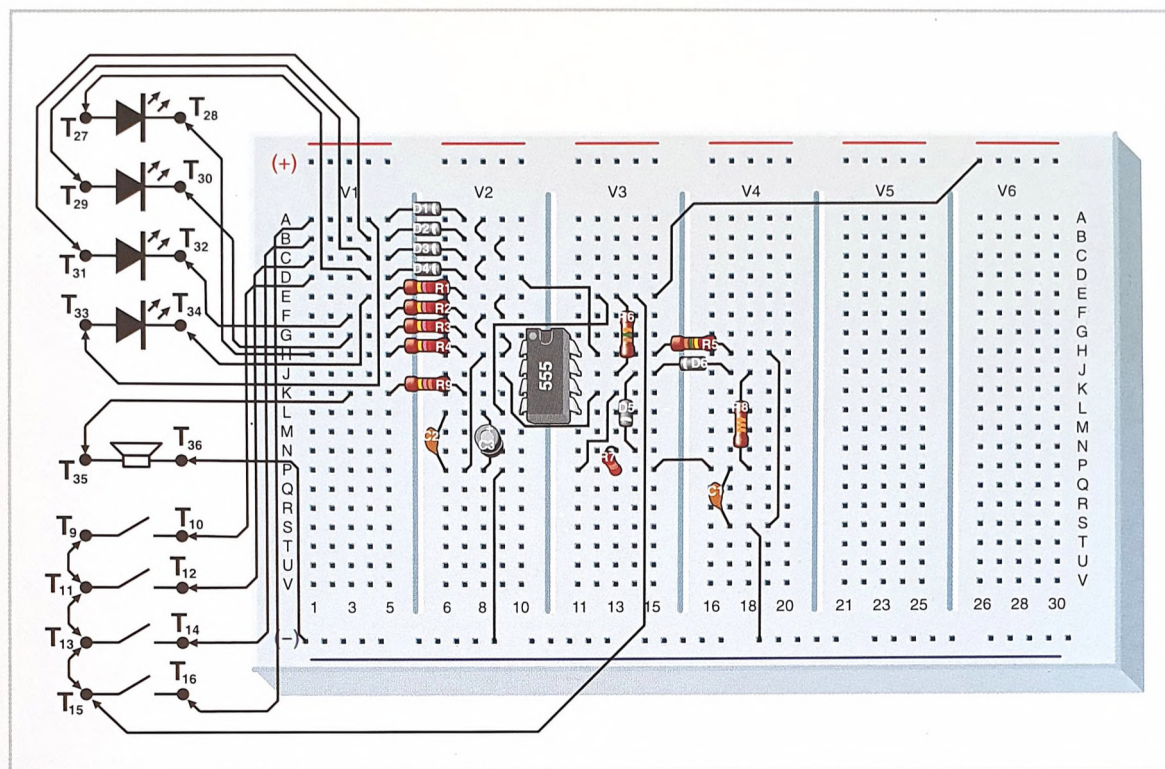
Messa in funzione

Il circuito funzionerà a partire da una tensione di alimentazione da 9 Volt, per cui lo collegheremo a V6, anche se può funzionare con una tensione da 7,5 Volt, V5. Raccomandiamo, prima di collegare l'alimentazione, di verificare le connessioni, soprattutto quelle del transistor Q1 e l'alimentazione di tutti gli integrati.

Esperimenti

In questo montaggio, si può soltanto variare la frequenza del segnale di uscita. Se si vuole che LD8 lampeggi meno velocemente, collegheremo, al posto di Q4, un'uscita superiore: Q5, Q6, ..., Q9 o CO. Invece, se vogliamo che lampeggi più velocemente, non dobbiamo fare altro che collegare un'uscita inferiore: Q3, Q2, Q1 o Q0.

In questo esperimento riusciamo ad ottenere una frequenza di uscita molto stabile.

Campanello per quattro porte con indicatori

Il suono è unico, ma si illumina un LED diverso che corrisponde a ogni pulsante.

Questo esperimento indica come realizzare un sistema di allarme tale per cui, quando si aziona un pulsante, si accende un determinato LED. Ci sono quattro LED, uno per ogni pulsante, e quando si preme un pulsante, si illuminerà soltanto il LED corrispondente: è anche possibile premere più di un pulsante contemporaneamente. Premendone tre insieme, si illumineranno i tre LED ad essi associati. Per avvertirci della chiamata, viene emesso un allarme sonoro, che è uguale per le quattro porte e che suona allo stesso modo indipendentemente dal numero dei pulsanti premuti. Per attivare il suono deve essere premuto almeno un pulsante.

Il circuito

Il circuito può risultare facile a molti, dato che tutte le sue parti sono state utilizzate in altri circuiti. La parte corrispondente ai pulsanti è semplicissima e non necessita di nessuna spiegazione; ogni LED ha la propria resistenza di limitazione.

Segnala quale pulsante sia stato attivato

Se osserviamo, ora, il circuito integrato, troveremo nuovamente un 555 configurato come astabile e due diodi, che fanno sì che l'onda sia simmetrica. La sua uscita eccita direttamente un altoparlante.

Esaminando questo circuito integrato vedremo che, diversamente dal solito, il suo terminale di alimentazione non è collegato al positivo. Infatti, questo circuito riceve alimentazione solamente quando viene premuto almeno uno dei pulsanti da P5 a P8. Teoricamente, il circuito potrebbe funzionare anche senza i diodi che vanno da D1 a D4, ma se li eliminassimo, rimarrebbero uniti gli anodi di tutti i LED e premendo un pulsante qualsiasi, si illuminerebbero tutti insieme: non potremmo così sapere quale sia l'origine della chiamata. I diodi formano una porta OR.

Messa in funzione

Una volta effettuate e ripassate tutte le connessioni, procederemo a verificare che ogni componente sia effettivamente quello adeguato e che sia stato correttamente inserito. Faremo

Campanello per quattro porte con indicatori

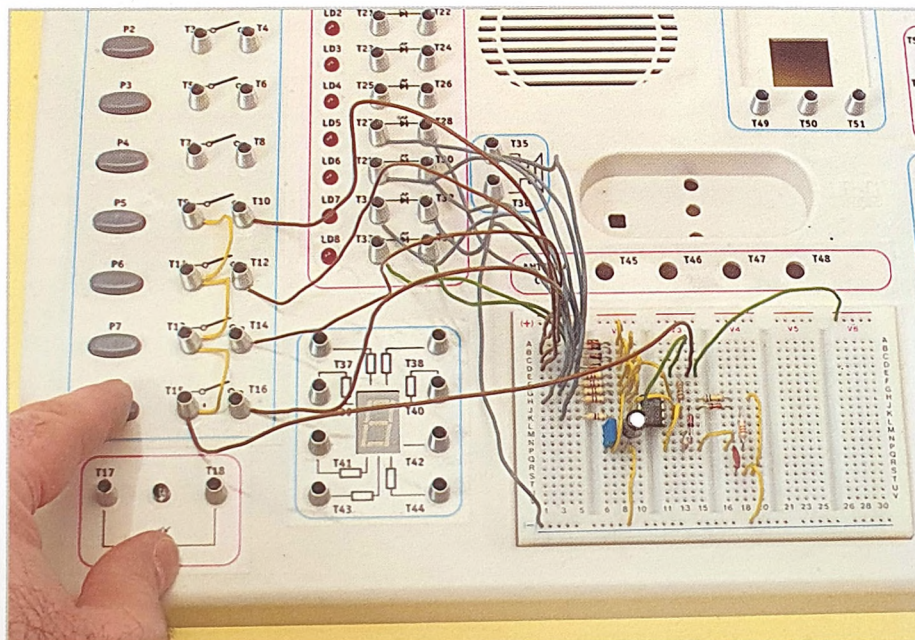
COMPONENTI	
R1, R2, R3, R4	4K7
R5	150 K
R6	15 K
R7	18 K
R8	33 K
R9	100 Ω
C1	2,2 nF
C2	1 nF
C3	100 nF
C4	220 µF
D1, D2, D3, D4, D5, D6	1N4148
U1	LM555
DA LD5 A LD8	
DA P5 A P8	

molta attenzione all'orientamento dei diodi, perché sono componenti dotati di polarità. Se il suono non fosse quello voluto, potremo cambiare il condensatore C1 con altri di diversa capacità.

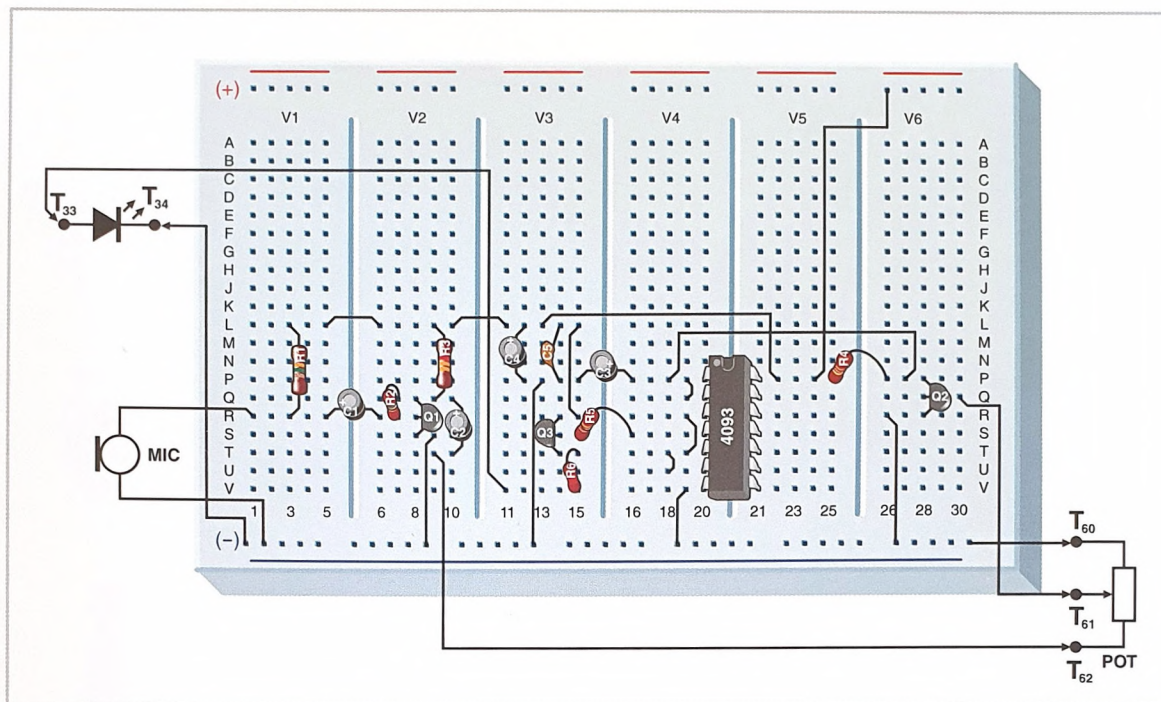
L'esperimento

Possiamo effettuare un interessante esperimento scambiando tra di loro le connessioni dei terminali 4 e 8 del circuito integrato. In questo caso, il circuito è sempre alimentato: oscilla solamente ed eroga il suono quando il terminale 4 è a livello alto, condizione soddisfatta solamente quando viene premuto almeno un pulsante.

Questa nuova versione apporta come vantaggio che pochissima corrente circola nei diodi.

Presenta anche l'inconveniente di rimanere alimentato permanentemente e quindi di consumare le pile in poco tempo.

Campanello per quattro porte con allarme visivo indipendente.

Controllo mediante il suono

Quando il livello sonoro captato supera un determinato livello, il diodo LED si illumina.

In questo esperimento si presenta uno dei molti circuiti possibili per realizzare un controllo mediante il suono; questo tipo di circuito solitamente è conosciuto sotto il nome di "VOX control". Molti apparecchi radio utilizzano questo tipo di circuito: l'uscita audio viene portata all'ingresso audio dell'apparecchio. In questo caso verrebbe presa tra T62 e T60, quest'ultimo collegato alla massa, e invece del LED, si collegherà la bobina di un relé i cui contatti realizzino la commutazione dell'apparecchio radio, che normalmente è in stato di ricezione, per farlo passare allo stato di trasmissione.

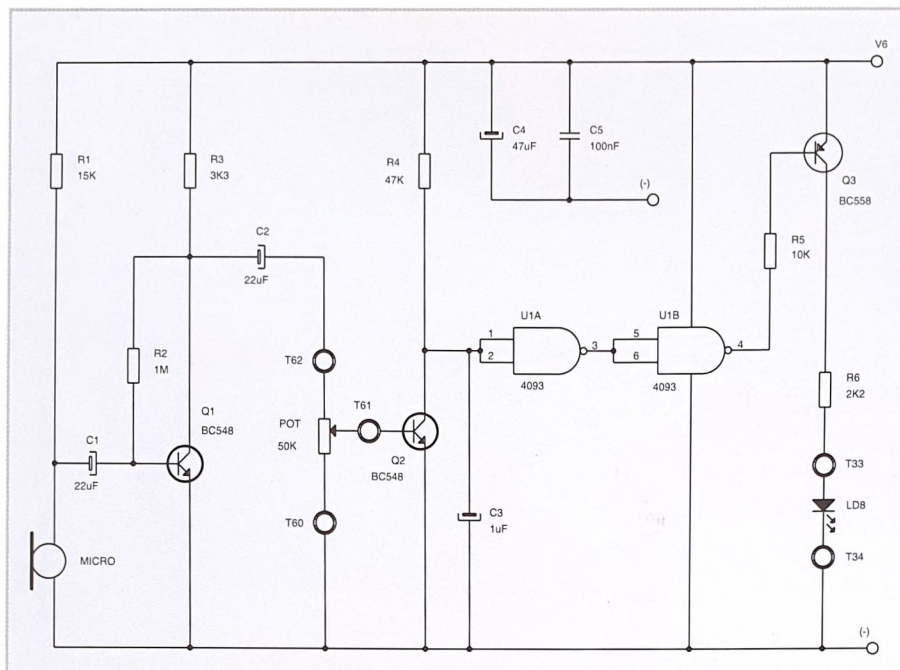
Il circuito

Il circuito si capisce molto facilmente: il microfono è del tipo electret e ha bisogno di alimentazione che riceve attraverso la resistenza R1. Il segnale audio si separa dalla polarizzazione della corrente continua che giunge attraverso R1 con il condensatore di disaccoppiamento C1, e si applica direttamente alla base di un transistor Q1 che è configurato come amplificatore in emettitore comune. La resistenza R2 polarizza la base e la resistenza R3 polarizza il collettore. L'uscita di questo circuito è presa sul collettore del transistor tramite il condensatore di disaccoppiamento C2 giunge al potenziometro POT. Questo potenziometro è collegato come divisore della tensione, la cui uscita si applica alla base del transistor Q2; quest'ultimo transistor conduce quando la sua tensione di base supera 0,6 Volt. Proseguendo, il collettore di questo transistor è unito a una porta del circuito integrato 4093, che avendo i due ingressi uniti, funziona come invertitore. Quando il transistor Q2 non ha sufficiente livello di tensione nella sua base, non conduce e la tensione nella porta U1A è alta, equivalente allo stato logico uno; l'uscita terminale 3, è a livello basso e l'uscita 4 è a livello alto, ma siccome Q3 è un transistor PNP, non condurrà e il LED rimarrà spento.

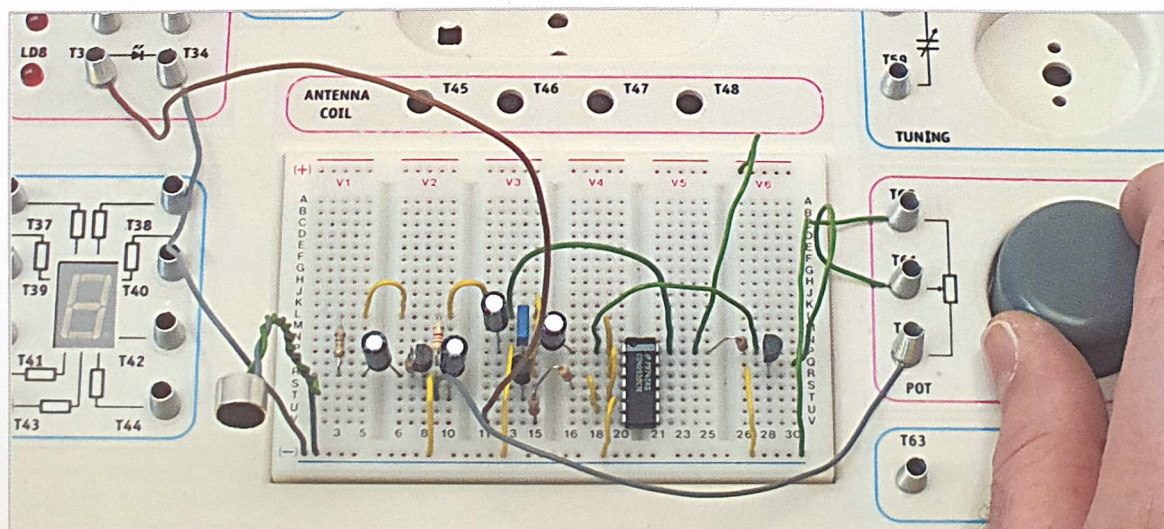
Vox control

Messa in funzione

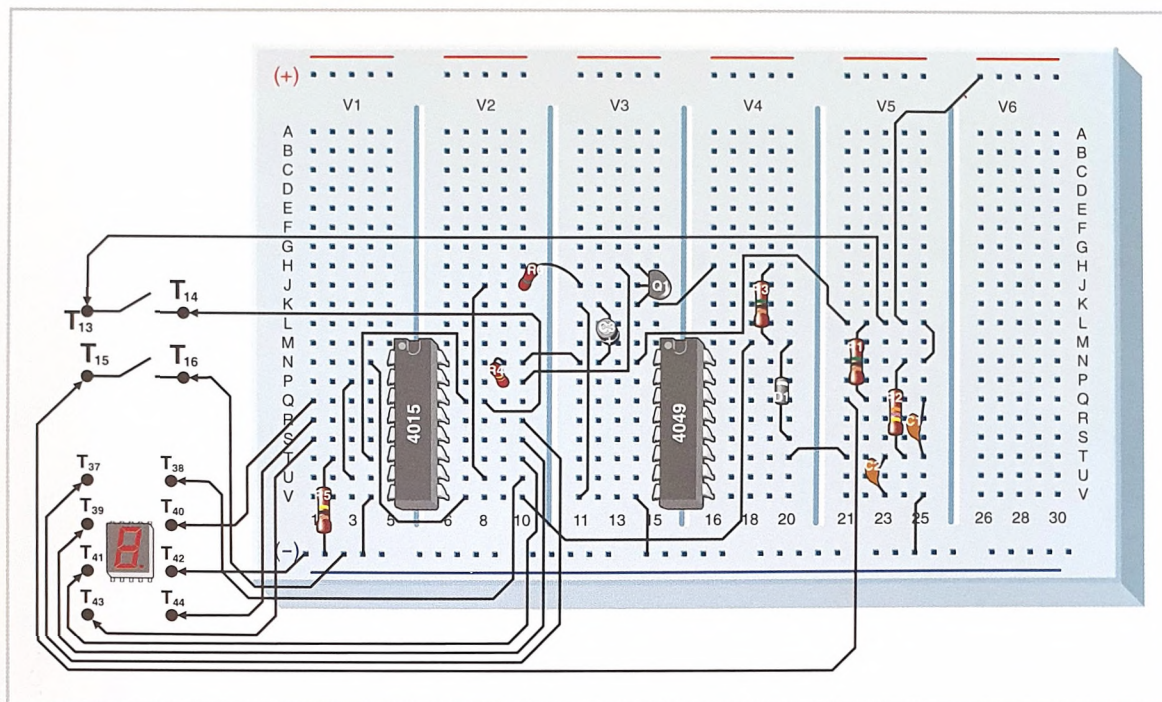
In questo circuito non dovrebbe presentarsi nessun tipo di problema per la sua messa in funzione, basta inserire ciascun componente al suo posto senza sbagliarsi con le connessioni del microfono, dei condensatori elettrolitici, dei transistor e del circuito integrato.

Controllo mediante il suono

COMPONENTI	
R1	15 K
R2	1 M
R3	3K3
R4	47 K
R5	10 K
R6	2K2
C1, C2	22 µF
C3	1 µF
C4	47 µF
C5	100 nF
Q1, Q2	BC548
Q3	BC558
U1	4093
POT	
LD8	

Ricordiamo che il transistor Q3 è un BC558 del tipo PNP e che non può essere scambiato con gli altri due che sono del tipo NPN.

Quando si collega l'alimentazione e si parla davanti al microfono, si illumina il diodo LED, mentre si spegne quando il suono cessa; infatti il condensatore C3 evita che il circuito si attivi con suoni di breve durata e mantiene il LED illuminato se si parla continuativamente davanti al microfono. Quando il livello del suono è sufficiente a far sì che la tensione alla base del transistor Q2 superi 0,6 Volt, applica un livello basso all'ingresso della porta U1A, la sua uscita passa a livello alto e, di conseguenza, il livello nel terminale 4 del circuito integrato passa a livello basso, il transistor Q3 entra in conduzione e il diodo LED LD8 si illumina.

L'illuminazione del LED si controlla per mezzo delle voce.

Circuito di riempimento del display

I segmenti del dipslay si illuminano o si spengono ordinatamente agendo sul pulsante P8.

Quando si collega l'alimentazione, tutti i segmenti devono rimanere spenti; se qualcuno rimane illuminato, premendo P7 si deve spegnere. A ogni pulsazione di P8, si illumina un segmento, ad eccezione della quarta pulsazione che non viene utilizzata per illuminare i segmenti.

Quando si illumina l'ultimo segmento, il segmento 'g', e si preme di nuovo P8, questi iniziano a spegnersi a partire dal segmento 'a' e finendo con il 'g'. Spento quest'ultimo, inizia un nuovo ciclo di riempimento e si illumina nuovamente il segmento 'a'.

Il circuito

Questo esperimento è una visibile e diretta applicazione di un registro di spostamento a 8 bit. Utilizza un doppio registro da 4 bit collegato per formare un registro da 8 bit. All'inizio il dato all'ingresso del registro è 0 e anche tutti i dati registrati sono 0. Le uscite da QA a QD di U2A e di U2B, quindi sono 0 e il transistor Q1 non conduce. Di conseguenza, la resistenza R4 mantiene all'ingresso dei dati del primo registro un livello alto; quando si preme una volta P8, il dato passa a QA e il segmento 'a' si illumina. Premendo una seconda volta, il dato 1 passa a QB, e dato che l'ingresso si mantiene a 1, passa anche a QA, di modo che il segmento 'b' si illumina e il segmento 'a' si mantiene illuminato.

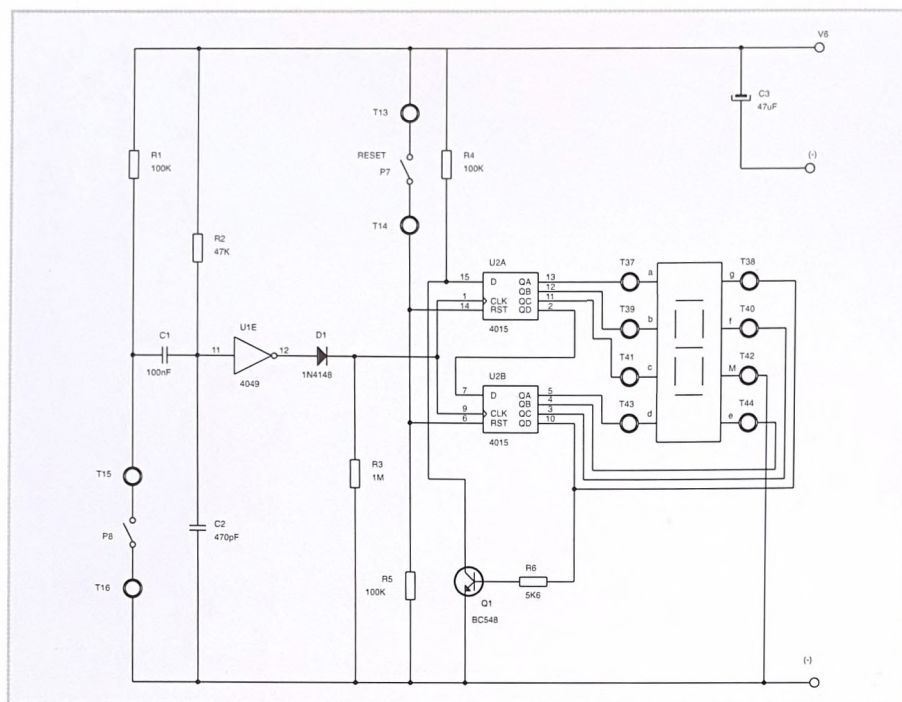
Alla successiva pressione, si illumina il segmento 'c' e anche i due precedenti rimangono illuminati. Alla quarta pressione, l'1 arriva a QD, questa uscita non si utilizza per illuminare alcun segmento, ma per passare un 1 all'ingresso dei dati del successivo registro.

Non arriva a QA di U2B fino a quando non premiamo nuovamente P8: si illumina allora il segmento 'd' e così via fino al segmento 'g'.

Lo svuotamento

Denominiamo "svuotamento" lo spegnimento dei segmenti. Il processo inizia quando il dato 0 arriva al terminale 15 dell'ingresso dei dati di U2A e si mantiene. Tutto ciò inizia nel momento in cui alla resistenza R6 arriva un alto livello e il transistor Q1 entra in conduzione, applicando uno 0 all'ingresso dei dati del primo registro.

A ogni pressione si illumina un segmento

Circuito di riempimento del display

COMPONENTI	
R1, R4, R5	100 K
R2	47 K
R3	1 M
R6	5K6
C1	100 nF
C2	470 pF
C3	47 µF
D1	1N4148
Q1	BC548
U1	4049
U2	4015
P7 E P8	
DISPLAY	

Lo 0 passa e spegne tutti i segmenti e si mantiene fino a che non arriva il primo 0 al segmento 'g', lo spegne e inoltre porta il transistor Q1 in interdizione.

Tramite la resistenza R4 viene nuovamente applicato un 1 all'ingresso del registro e inizia il riempimento del display con l'accensione di tutti i suoi segmenti, fino a quando non si accende il segmento 'g' e inizia lo spegnimento.

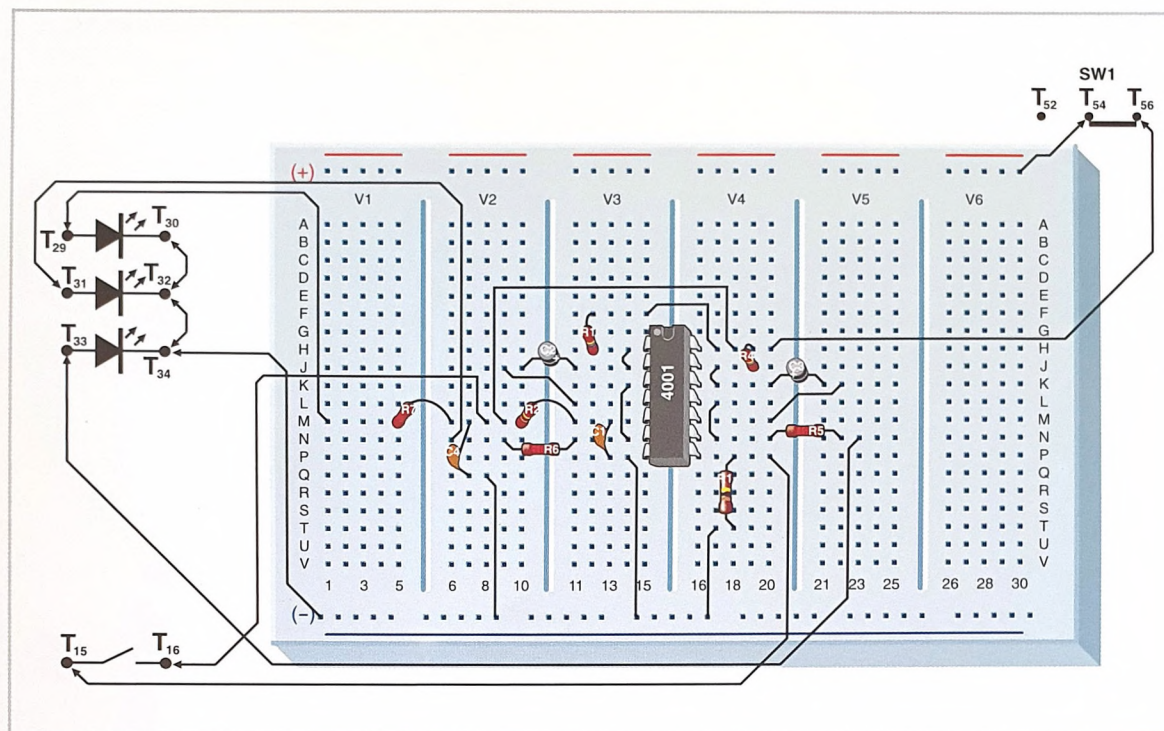
Il pulsante P7 si utilizza per porre a 0 tutti i registri, spegne tutti i segmenti, e premendo P8 inizia nuovamente il riempimento.

Un pulsante controlla l'illuminazione del LED.

Messa in funzione

Nella sua messa in funzione, se tutte le connessioni sono state adeguatamente realizzate, questo circuito non deve presentare alcun problema. Bisogna ricordarsi che le resistenze limitatrici di corrente di ciascun segmento sono state installate sul circuito stampato del laboratorio, che supporta anche il display e, quindi, non figurano nello schema.

Circuito di ritardo per allarme

Circuito con temporizzazioni d'ingresso e di uscita tipiche di un allarme.

Esistono molti circuiti in cui è necessario ritardare l'attivazione. Lo si fa soprattutto nei circuiti di allarme per generare un ritardo nella sua messa in funzione, così si avrà il tempo di collegarlo o scollegarlo senza far suonare la sirena o qualche altro sistema di segnalazione a breve o lunga distanza.

In questo esperimento simuleremo delle temporizzazioni controllate da un pulsante e dall'accensione dell'alimentazione.

Funzionamento

In questo circuito ci sono due temporizzazioni, una delle quali si attiva quando viene collegata l'alimentazione del circuito tramite SW1 che utilizza una rete RC, mentre l'altra viene direttamente attivata da un pulsante. In questo modo, si simula il funzionamento dei circuiti di temporizzazione di un allarme, perché quando lo si collega gli si deve dare un periodo di tempo in cui i rilevatori non funzionino per poter uscire senza farlo scattare.

L'altro simula il ritardo dopo l'attivazione dell'allarme e garantisce il tempo necessario per poterlo disattivare, nel caso lo si voglia fare.

> *Quando l'ingresso passa da '1' a '0', i monostabili si attivano*

Il circuito

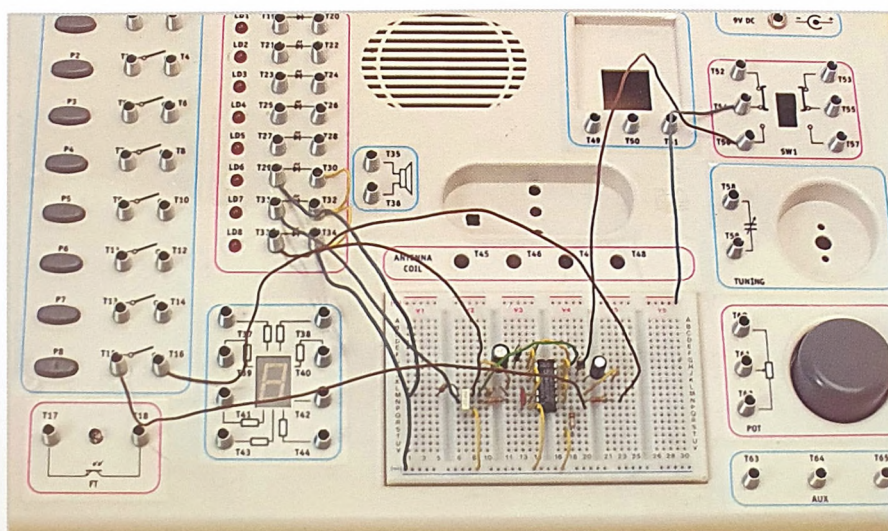
Il circuito è costituito da due temporizzatori monostabili attivati da un fronte di salita; quando, cioè, si produce un cambiamento dal livello '0' al livello '1'. Ciascuno dei monostabili impiega due porte NOR del tipo 4001. L'uscita, in stato di riposo, è a livello basso per cui il diodo LED dell'uscita resta spento. Quando il monostabile si attiva, l'uscita passa a livello alto durante un periodo di tempo che dipende direttamente dai valori della resistenza R3 e del condensatore C2, in un caso; nell'altro caso, dipende dai valori di R4 e C3. Il tempo di attivazione è dato dalla seguente equazione: $T = \ln 2 * Ri * Ci$. Il diodo LED LD6 indica direttamente che l'alimentazione al circuito è collegata. La rete R2-C1 serve per generare un fronte nel terminale d'ingresso 5 d'entrata di U1B. In questo modo si attiva l'uscita e si illumina LD7 quando si collega l'alimentazione al circuito. L'ingresso di

Circuito di ritardo per allarme

COMPONENTI	
R1, R2	100 K
R3, R4	680 K
R5, R6, R7	2K2
C1	220 NF
C2	100 µF
C3	47 µF
C4	100 NF
U1	4001
DA LD6 A LD8	
SW1	
P1	

U1C rimane a livello basso per mezzo della resistenza R1.

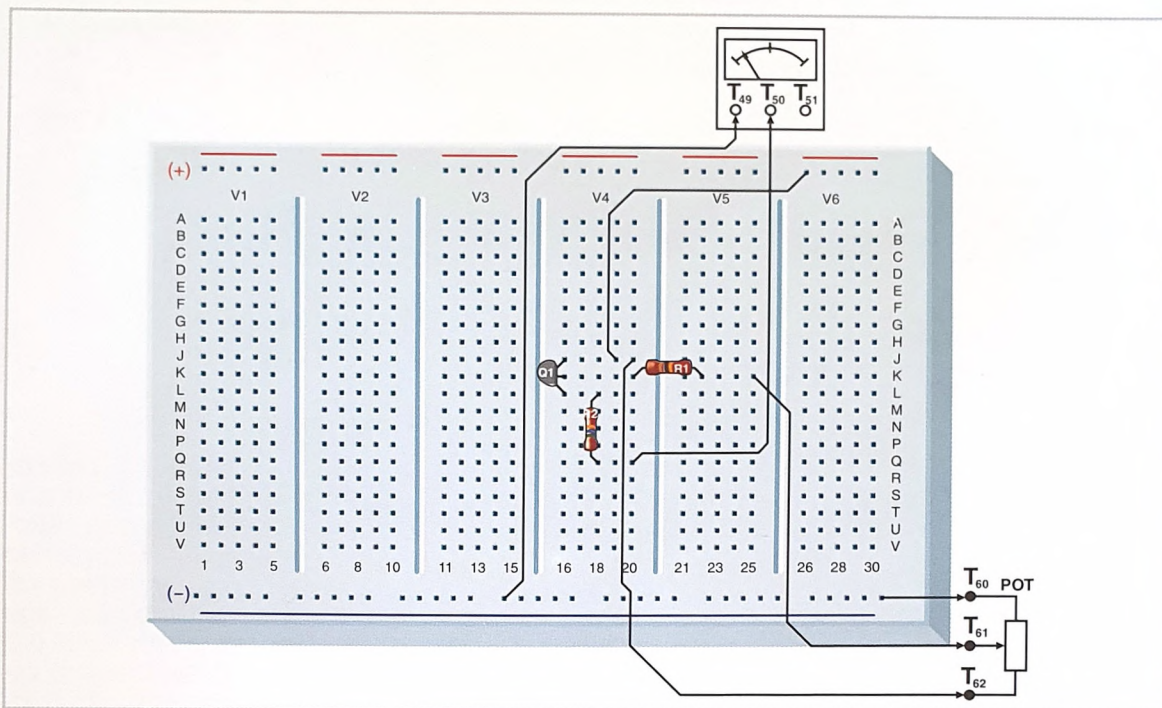
Messa in funzione

Non dobbiamo fare altro che collegare l'alimentazione al circuito. Se SW1 non è attivato, il circuito non deve funzionare. Quando lo si aziona, si deve illuminare permanentemente LD7 per un periodo di tempo, che risulta dalla temporizzazione, passato il quale si spegne. Da parte sua LD6 rimarrà spento finché non si azionerà P8, momento nel quale si produrrà il fronte di salita di cui il monostabile ha bisogno.

In questo circuito si verifica come funzionano le temporizzazioni d'ingresso e di uscita di un circuito di allarme.

Esperimenti

Possiamo cambiare le resistenze R3 e R4 e/o i condensatori C2 e C3 per verificare come variano i tempi di ritardo. Possiamo cambiare anche la resistenza R2 e il condensatore C1 aumentandone di molto il valore. Così la carica diventerà più lenta e la temporizzazione all'accensione verrà ritardata, di un periodo di tempo maggiore, dopo aver collegato l'alimentazione.

Termometro sperimentale

La lettura dello strumento dipende dalla temperatura del transistor.

L'obiettivo principale di questo circuito non è la costruzione di un termometro, anche se in realtà lo costruiremo. Utilizzeremo questo esperimento per far conoscere al lettore i parametri di un circuito; di conseguenza come il suo funzionamento possa risultare alterato dalla temperatura.

La temperatura modifica la polarizzazione

Uno dei fattori più importanti di cui tenere conto quando si progetta un circuito è la temperatura: è necessario utilizzare circuiti che riescano a compensare le variazioni di temperatura. Per quanto riguarda i circuiti integrati, essi sono progettati per funzionare in un ampio margine di temperatura, il quale ci viene indicato dalle case costruttrici stesse, e di cui bisogna tener conto.

Il circuito

Il circuito è molto semplice: consiste di un transistor PNP con una resistenza di collettore, che limita la corrente circolante attraverso lo strumento, una resistenza della base e un potenziometro, che ci permette di regolare la tensione applicata alla resistenza della base da 0 alla massima tensione di alimentazione. Quando la tensione applicata è elevata, la tensione base/emettitore è bassissima perché l'emettitore è collegato direttamente a V6. In questo caso il transistor non conduce e lo strumento di misura segna 0. Se invece la tensione scende al minimo, il transistor si satura e la corrente si limita mediante la resistenza R2. In questo caso l'ago dello strumento si muove verso il massimo valore concesso da R2 e rimane fisso in una posizione tra 5 e 10 Volt e non salirà ulteriormente, anche se abbassiamo la tensione per mezzo del potenziometro. In queste due posizioni estreme risulta più difficile apprezzare l'influenza della temperatura.

Zona attiva

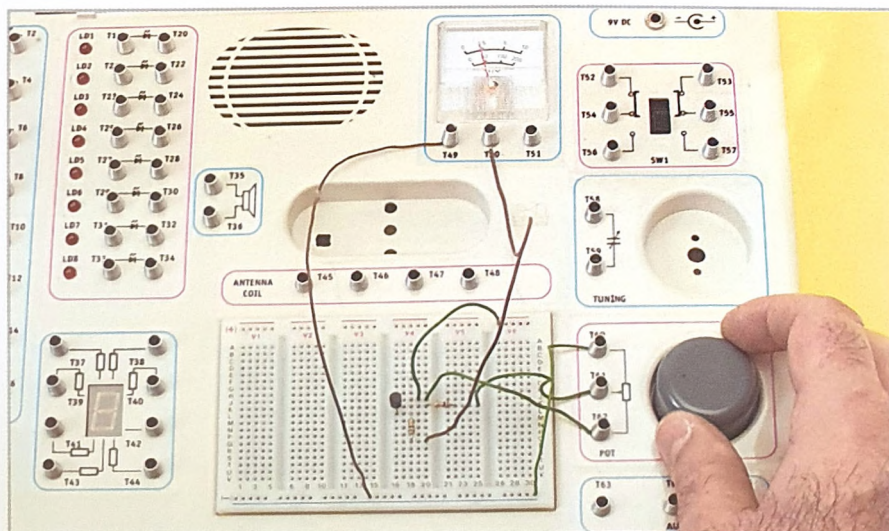
In un transistor possiamo definire tre stati: quello di interdizione, in cui il transistor non conduce perché la corrente della base è insufficiente; lo stato di saturazione, in cui la corrente della base è eccessiva, anche se continua ad aumentare, la corrente del collettore non aumenta; e infine lo stato in zona attiva, in cui la corrente del collettore è legata alla corrente di base, anche se non in modo direttamente proporzionale, perché il fattore di proporzionalità – denomina-

Termometro sperimentale

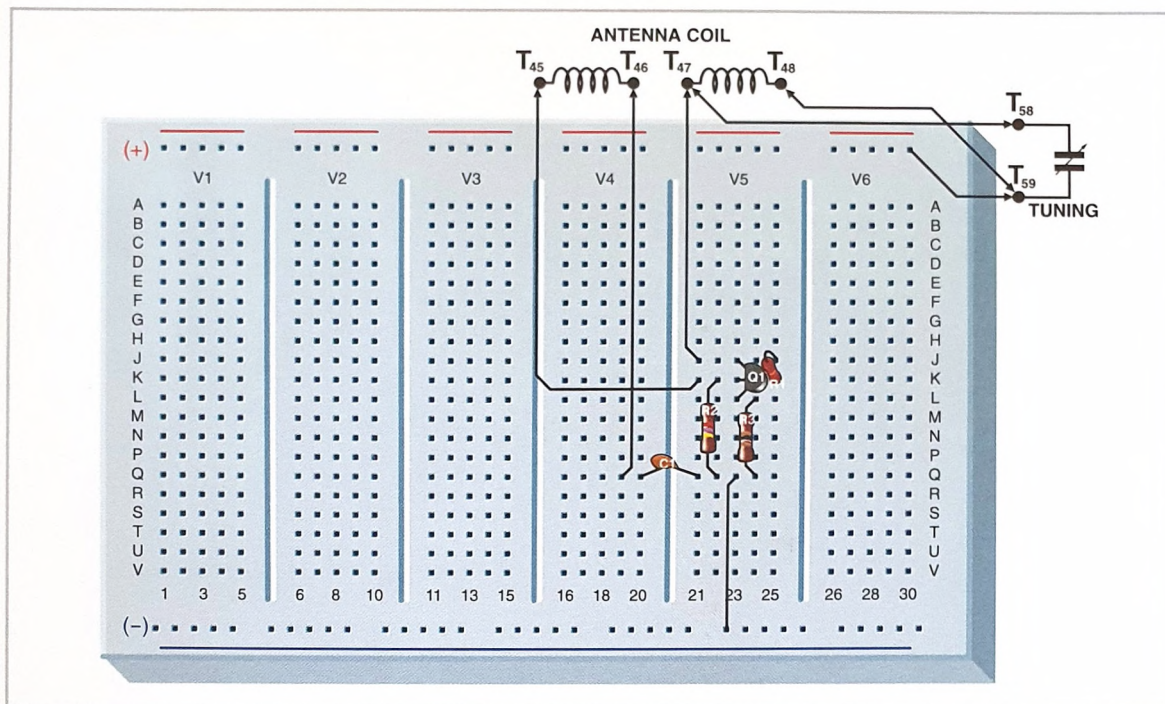
COMPONENTI	
R1	10 K
R2	56 K
Q1	BC558
POT	
STRUMENTO	

to BETA – diminuisce con l'aumentare della corrente del collettore.

L'esperimento

Effettuiamo l'esperimento con un transistor che lavora nella zona attiva. Con questo circuito è facilissimo polarizzare il transistor in zona attiva. Ruotando il comando del potenziometro, vediamo che l'ago si sposta dallo 0 a un determinato valore massimo. Ruotiamo adesso il comando del potenziometro fino a portare l'ago in una posizione intermedia. Se applichiamo del calore al transistor, avvicinando ad esempio la punta di un saldatore o di una sigaretta, ma stando attenti a non toccarlo, vediamo che l'ago sale; mentre se si avvicina un cubetto di ghiaccio tenendolo all'interno di un sacchetto di plastica per non bagnare il transistor, l'ago scende. Il circuito rileva anche il calore emesso da una mano oppure dal sole, ma i movimenti compiuti dall'ago saranno più brevi e più lenti. Se cambiamo la polarizzazione, mantenendosi però ancora all'interno della zona attiva, la temperatura influisce diversamente. Possiamo rendercene conto regolando il potenziometro su diverse posizioni.

Il circuito dimostra l'influenza della temperatura nella polarizzazione di un transistor.

Rilevatore di metalli

La presenza di un metallo nelle vicinanze della bobina di RF provoca un cambiamento di frequenza.

In questo esperimento si mostra il principio di funzionamento di un rilevatore di metalli. La presenza degli oggetti, soprattutto di quelli metallici nelle vicinanze della bobina, ne alterano le caratteristiche e di conseguenza la frequenza dell'oscillatore, rilevando così la presenza dei metalli.

Il circuito

Il circuito è tipico e consiste di un oscillatore sintonizzato ad una frequenza regolata all'interno della banda commerciale AM. È composto principalmente dal circuito accordato, formato dalla bobina dell'antenna e dal condensatore della sintonia posti nel circuito del collettore del transistor Q1, e inoltre da un generatore a bassa frequenza, che utilizza l'altra sezione della bobina della sintonia e un condensatore da 100 nF. Quest'ultimo generatore permette di sentire un suono spia in un ricevitore commerciale posto nelle sue vicinanze. Quando si avvicina un pezzo di metallo alla bobina, questa cambia il valore della sua induttanza: di conseguenza, cambia la frequenza dell'oscillatore e quindi il suono ricevuto, indicando la presenza di metalli nelle vicinanze. Il consumo è ridottissimo ma è consigliabile alimentarlo solo quando lo si utilizza.

Rilevazione per variazione della frequenza

Montaggio

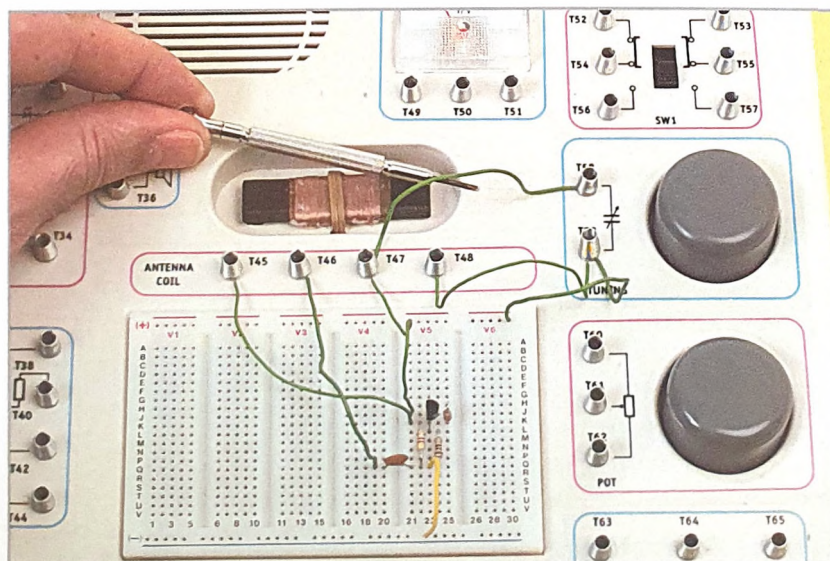
Il montaggio non è molto complicato, ma dobbiamo realizzarlo attentamente per non commettere errori; bisogna osservare bene quali siano le connessioni della bobina dell'antenna. Questo tipo di circuiti non ha un funzionamento "spettacolare", perché ha pochissima potenza per non provocare disturbi negli altri apparecchi; ad ogni modo, lo si deve solamente utilizzare durante l'esperimento e lo si deve tenere spento quando non lo si utilizza. Non dobbiamo mai fare esperimenti di RF vicino ad apparecchiature sensibili.

Esperimento

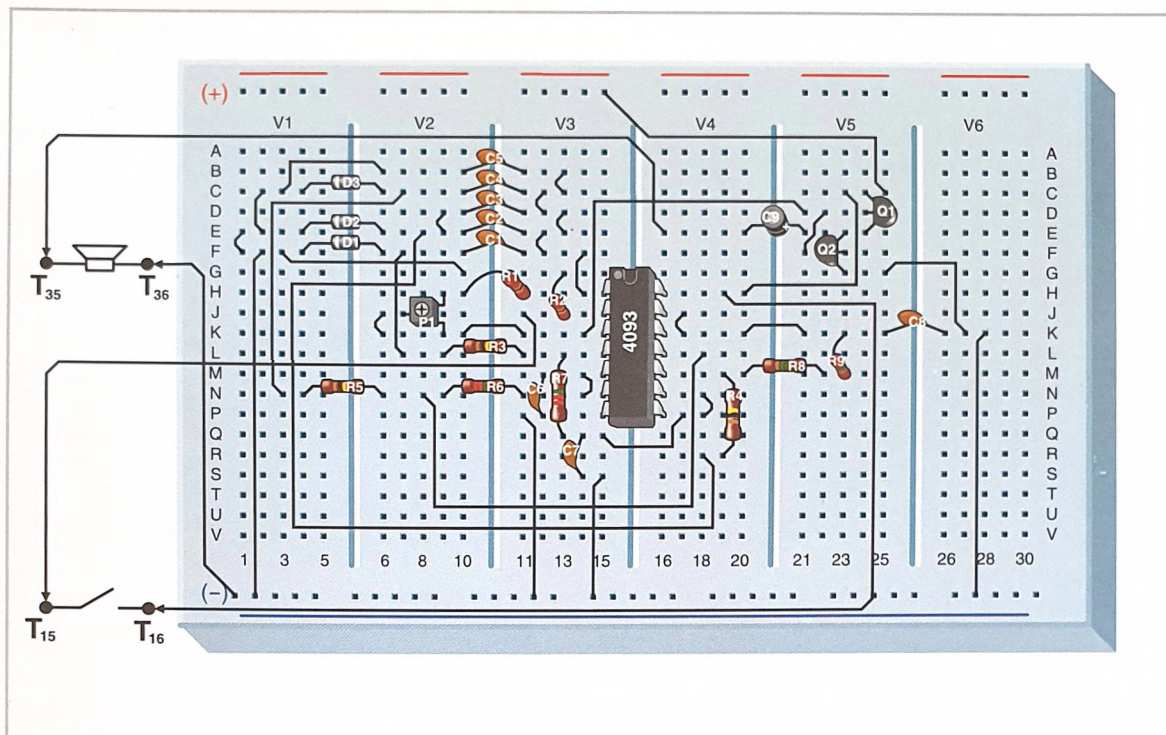
Una volta collegata l'alimentazione all'apparecchio gli posizioneremo vicino un ricevitore AM, a circa 20 centimetri. Ci sintonizzeremo su un'emittente commerciale, e mediante il comando della sintonia (TUNING) del laboratorio, sintonizzeremo il generatore del rile-

Rilevatore di metalli

COMPONENTI	
R1	22 K
R2	4K7
R3	100 Ω
C1	47 nF
Q1	P2N2222
B ANTENNA	
C TUNING	

vatore di metalli fino a quando non riusciremo a sentire il caratteristico suono del rilevatore alla stessa intensità dell'emittente su cui ci eravamo sintonizzati. Possiamo migliorare la regolazione cambiando emittente, oppure ruotando il laboratorio o il ricevitore. Fatto questo, avvicineremo alla bobina della sintonia un grosso pezzo di metallo (sarà sufficiente metterlo qualche centimetro sopra): la testa di un martello, delle forbici eccetera. Osserveremo come cambia il suono emesso dal ricevitore della radio. Se avviciniamo la mano, noteremo anche che il cambiamento della frequenza sarà meno accentuato. Avvicinando un materiale completamente isolante, per esempio un bastone di legno, la frequenza cambierà appena. Possiamo ripetere l'esperimento avvicinando diversi metalli, diversamente orientati: riusciremo a rilevare dei piccoli chiodi posti vicino, ma vedremo che la sensibilità sarà diversa se li mettiamo in un posto piuttosto che in un altro. La sensibilità sarà massima quando li posizioneremo in asse con la bobina. Il laboratorio funzionerà, in questo caso, in modo molto diverso, a seconda che sia posizionato su un tavolo metallico, oppure su un tavolo di legno.

Rilevatore sperimentale di metalli

Campanello musicale

Tenendo premuto il pulsante sentiremo una gradevole melodia.

Il circuito, in pratica è un campanello, e come tale si comporta: suona solamente quando il pulsante viene azionato. La melodia si ripete continuamente ed è costituita da quattro suoni di diversa frequenza generati da un oscillatore astabile e amplificati in uno stadio di transistor complementari.

Il circuito

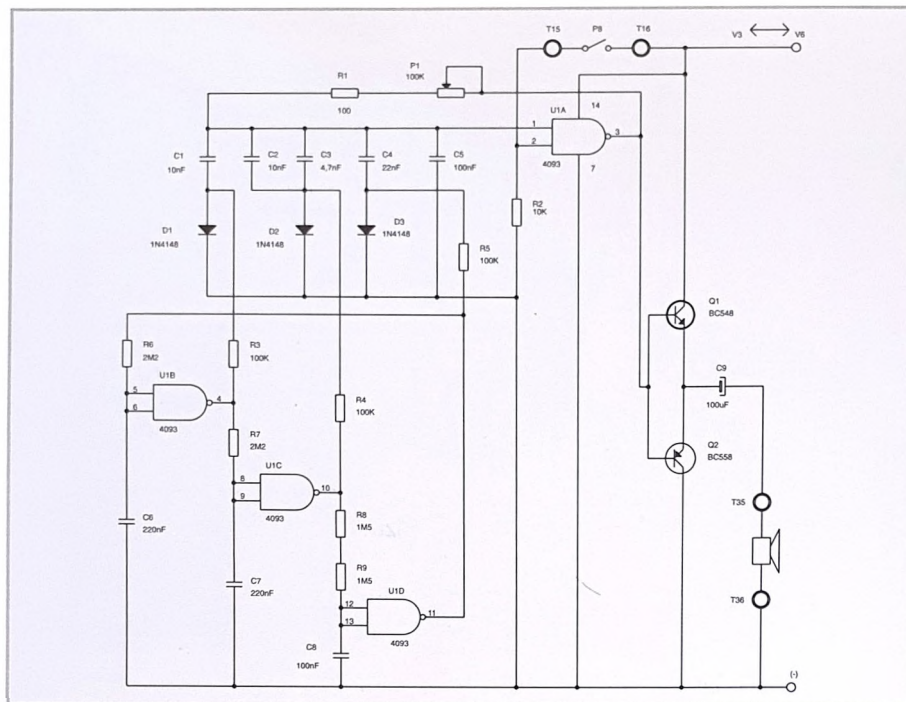
In stato di riposo, senza azionare il pulsante P8, il circuito non emette nessun suono perché la porta U1A, che costituisce l'oscillatore astabile, ha il suo terminale 2 collegato al negativo dell'alimentazione per mezzo della resistenza R2. Di conseguenza l'uscita della porta è a livello alto fisso, e tramite il condensatore C9 non arriva all'altoparlante nessun segnale. Una parte del circuito però funziona: è quella formata dalle porte N1B, N1C e N1D.

Queste porte costituiscono uno strano oscillatore: è incatenato con un ritardo dalla U1B alla U1D e porta il segnale dal terminale 11 all'ingresso di U1B mediante la rete R6-C6. In questo modo si attiva in sequenza l'uscita delle suddette porte a livello alto, e quando il segnale giunge a U1D si retroalimenta nuovamente fino a U1B. Quando attiviamo il pulsante, a seconda se l'uscita attivata è quella di U1B, U1C o U1D, polarizzerà rispettivamente il diodo D1, D2 o D3. Di conseguenza l'oscillatore genererà una frequenza con i condensatori C1, C2 o C3. L'uscita di questi tre toni viene amplificata da uno stadio complementare, la cui uscita è applicata direttamente all'altoparlante per mezzo del condensatore C9, che serve per eliminare la componente continua.

Combina quattro suoni

Funzionamento

Per comprendere il funzionamento del circuito basterà capire come funziona la parte dell'oscillatore che è collegata al diodo. Nell'oscillatore formato da U1B, U1C e U1D ogni uscita delle suddette porte si attiva consecutivamente, una dopo l'altra. Se per esempio è attiva l'uscita di U1B si polarizza il diodo D1 per cui il condensatore C1, in parallelo con C4, darà la capacità dell'oscillatore. Quando è attiva l'uscita di U1C, si polarizza D2 e sarà il condensatore C2

Campanello musicale

COMPONENTI	
R1	100 Ω
R2	10 K
R3, R4, R5	100 K
R6, R7	2M2
R8, R9	1M5
P1	100 K
C1, C2	10 nF
C3	4,7 nF
C4	22 nF
C5, C8	100 nF
C6, C7	220 nF
C9	100 µF
DA D1 a D3	1N4148
Q1	BC548
Q2	BC558
U1	4093
ALTOPARLANTE	
P8	

quello che, insieme a C4, darà la capacità dell'oscillatore. Se l'uscita attivata è U1D, si polarizza D3, e C3 insieme a C4 darà la capacità dell'oscillatore. Le tre diverse capacità originano tre diversi toni che suoneranno uno dopo l'altro quando viene azionato P8.

Rilevatore sperimentale dei metalli.

Messa in funzione

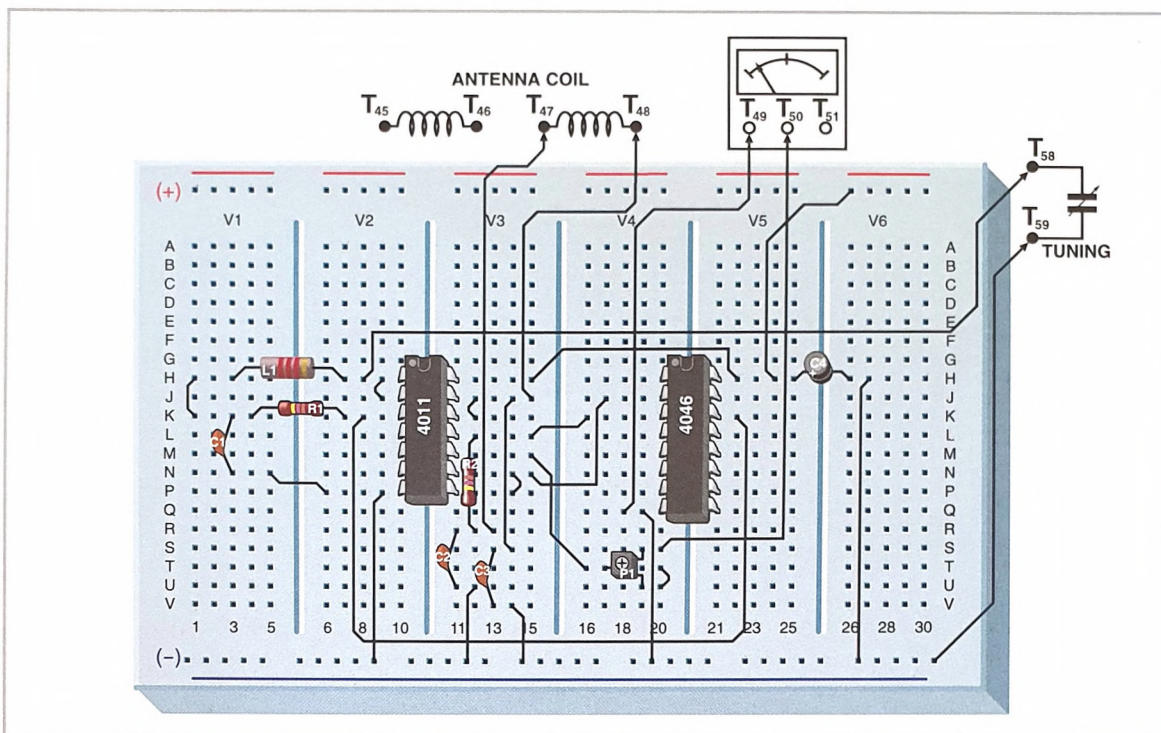
Prima di collegare l'alimentazione del circuito è importante rivedere tutte le connessioni del montaggio, facendo particolare attenzione a quelle dei componenti dotati di polarità: in questo caso i transistor Q1 e Q2, i diodi D1, D2 e D3 e il condensatore elettrolitico di uscita C9.

Esperimento

Anche se il circuito possiede un potenziometro di regolazione, può essere che i suoni non piacciano a tutti; li potremo cambiare.

A questo scopo basta cambiare il valore della resistenza R1 e/o dei vari condensatori, soprattutto C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 e C8.

Metaldetector

L'esperimento è basato sulla variazione dell'autoinduttanza.

Il montaggio è costituito da due oscillatori che lavorano alla medesima frequenza. Quando avviciniamo un metallo a una delle bobine, la frequenza dell'oscillatore di cui la bobina fa parte cambia. La variazione rilevata viene indicata dal movimento dell'ago dello strumento.

Il circuito

Il circuito è costituito da due oscillatori costruiti con reti R-L-C e da un circuito che costituisce un comparatore di fase. Quando l'oscillatore costruito intorno alla porta U1D è in stato di riposo, quando cioè non c'è nessun metallo nelle vicinanze, oscilla a una frequenza fissa.

L'altro oscillatore, formato da L1-R1-C1-U1A e dal condensatore variabile, deve oscillare alla medesima frequenza; deve essere dotato di un condensatore variabile per regolare la frequenza. Le uscite dei due oscillatori vanno applicate agli ingressi 3 e 14 del 4046. Questi sono gli ingressi di un comparatore di fase interno, una porta EXOR (OR-exclusive) la cui uscita sarà 0 se gli ingressi sono uguali, cioè con la medesima frequenza, e 1 se sono diversi (con frequenza diversa). Quando avviciniamo un metallo alla bobina-sensore, la sua induttanza cambia e di conseguenza cambia anche la frequenza dell'oscillatore.

All'uscita del comparatore avremo un segnale che sarà immediatamente rilevato dallo strumento.

Rileva mediante un confronto delle fasi

Messa in funzione e regolazione

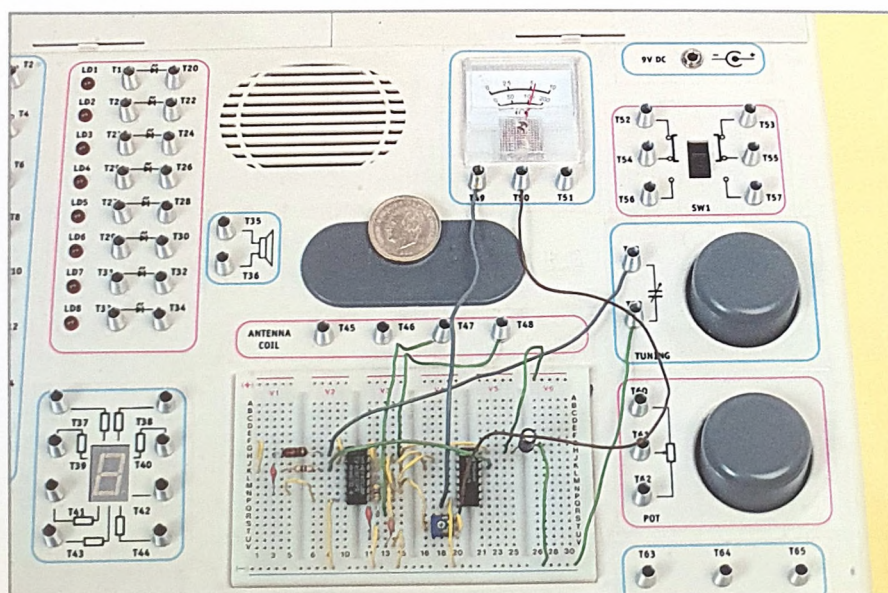
La verifica più importante da eseguire prima di collegare l'alimentazione del circuito, è la connessione dell'amperometro di misura tra i terminali T49 (negativo) e T50 (positivo).

Per un buon funzionamento del circuito, una buona regolazione è basilare. Perciò prima di collegare l'alimentazione, il potenziometro P1 deve stare a metà del suo percorso: eviteremo bruschi movimenti dell'ago. Una volta collegata l'alimentazione, regoleremo lentamente il condensatore variabile fino a che l'ago non compia una notevole oscillazione, a questo punto cercheremo il valore per cui l'ago si avvicina a 0 (avremo così regolato i due oscillatori alla stessa frequenza).

Metaldetector

COMPONENTI	
R1, R2	470 Ω
P1	100 K
C1, C2	4,7 nF
C3	470 pF
C4	10 µF
L1	2,2 mH
U1	4011
U2	4046
C TUNING	
B ANTENNA	
STRUMENTO	

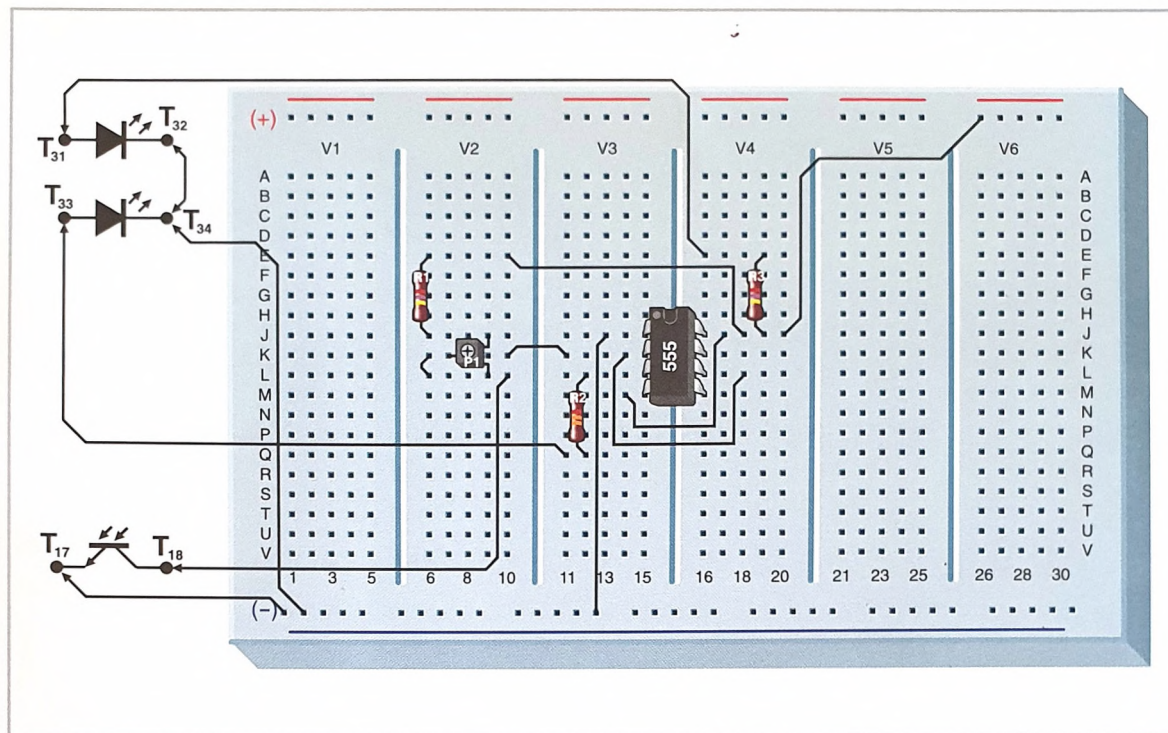
Metteremo adesso una moneta sul coperchio e regoleremo P1 fino a che l'amperometro non arrivi il più possibile vicino al fondoscala; in realtà P1 rimarrà circa a metà del proprio percorso.

Una volta effettuata la regolazione, leveremo la moneta e vedremo che l'ago si sposta verso lo 0, mentre se avvicineremo al coperchio che contiene la bobina un qualsiasi metallo, vedremo che l'ago si sposta velocemente indicando la rilevazione.

Quando i due oscillatori hanno la medesima frequenza l'ago segna 0.

Esperimento

I valori dei componenti del circuito sono stati calcolati per garantirne un buon funzionamento; qualsiasi cambiamento ne scompenserebbe la funzionalità. Per verificare quanto appena detto, consigliamo di cambiare i valori dei condensatori C1 e C2 e/o delle resistenze R1 e R2: il circuito non funzionerà più.

Rilevatore di luce con 555

Utilizza il 555 come circuito comparatore con isteresi.

Quando utilizziamo il 555 come oscillatore, astabile o monostabile, il cambiamento di livello logico all'uscita si verifica perché la tensione nel condensatore del montaggio raggiunge 1/3 o 2/3 della tensione di alimentazione.

Nel nostro caso e dopo una regolazione preliminare questi livelli ci serviranno per rilevare i cambiamenti di livello della luce.

Il 555

Conosciamo già come funziona il 555, sia come oscillatore astabile che come temporizzatore monostabile. Adesso sfruttiamo per questa applicazione il comparatore con isteresi interna. Questo circuito fissa nel terminale di uscita dell'integrato, pin 3, un livello alto quando la tensione nel terminale 2 è meno di 1/3 della tensione di alimentazione. Quando la tensione nel terminale 2 è maggiore di 1/3 di quella dell'alimentazione e la tensione nel terminale 6 è maggiore di 2/3 di detta tensione, l'uscita, terminale 3, va a livello basso.

Fa un confronto a 1/3 e a 2/3 dell'alimentazione

Il circuito

Nell'esperimento i terminali 2 e 6 del 555 sono uniti tra di loro. Per questo, con un'alimentazione da 9 Volt quando la tensione in quel punto è minore di 3 Volt, il diodo LED dell'uscita LD8 si illumina. Se la tensione è invece maggiore di 6 Volt, il LED si spegne. La tensione presente in questi due terminali viene presa ai capi del fototransistor FT1.

Polarizzeremo quest'ultimo dispositivo per mezzo della resistenza R1 e del potenziometro P1 da 500 K: così con il livello di luce presente in un normale appartamento, FT1 è quasi saturo e tra collettore ed emettitore avremo una differenza di potenziale molto bassa. (Nei terminali del 555 c'è un livello basso, minore di 3 Volt).

Quando fa buio il fototransistor si interdice per cui tra collettore ed emettitore appare un livello alto (maggiore di 6 Volt).

Da parte sua il diodo LED LD7 indica che il circuito è alimentato, questo per evitare l'eventualità di dimenticarlo attaccato e consumare le pile.

Rilevatore di luce con 555

COMPONENTI	
R1, R3	4K7
R2	3K3
P1	500 K
U1	555
FT1	
LD7 e LD8	

Messa in funzione

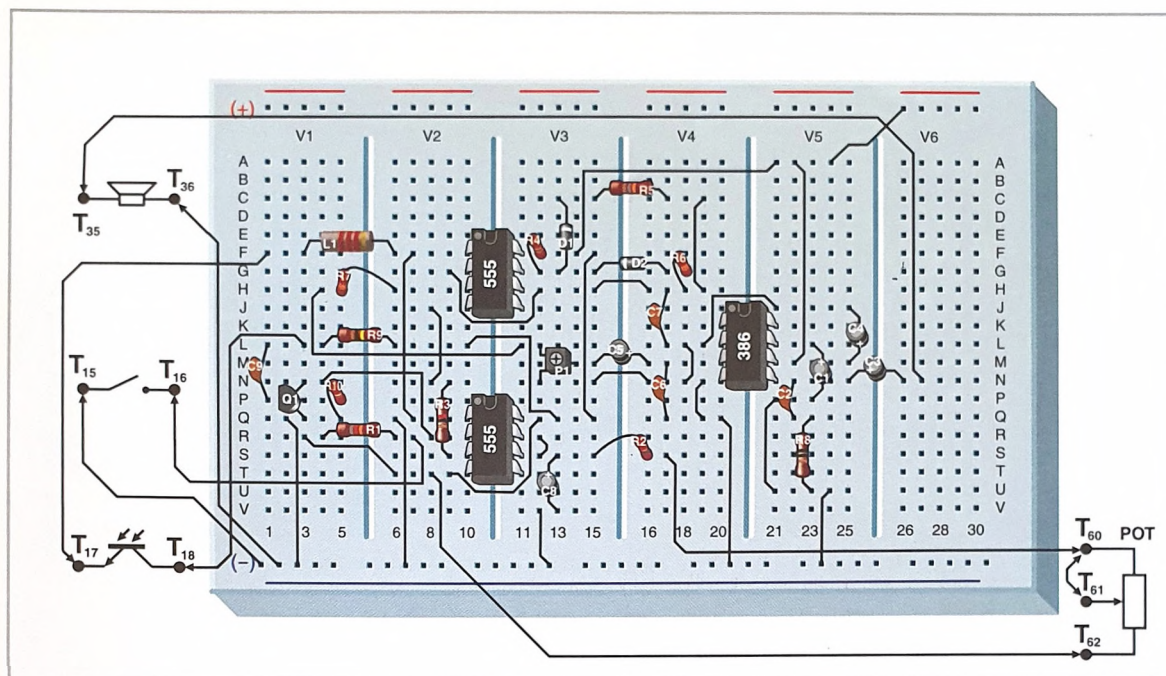
Cablato il circuito e collegata l'alimentazione, dovremo effettuare una semplice regolazione prima che il circuito sia effettivamente operativo. Basterà simulare il livello di luce al quale si vuole che il LED LD8 si spenga oppure aspettare che scenda la sera. In ogni caso si varierà il potenziometro P1 fino a che LD8 non si spegne. Quindi illumineremo il sensore e il diodo LED si accenderà immediatamente. Il circuito funzionerà meglio in un punto in cui il passaggio tra la luce del giorno e l'oscurità della notte risulta più marcato.

Quando riceve luce il diodo LED LD8 si illumina.

Esperimento

Possiamo invertire il funzionamento del circuito: far illuminare LD8 quando fa buio. Dovremo collegare l'estremo di R2 al catodo di LD8, invece che all'anodo, e collegare l'anodo direttamente al positivo dell'alimentazione V6.

Anti-zapping

Il circuito rileva le emissioni a infrarossi dei telecomandi.

Il nome di questo circuito può sembrare strano, ma ha la sua ragione d'essere, infatti a volte cambiamo continuamente canale quasi senza rendercene conto. Questo circuito emetterà un ronzio, regolabile per volume e durata, ogni volta che cambieremo canale. Inoltre potremo utilizzarlo anche per verificare i telecomandi.

Il circuito

Il segnale a infrarossi trasmesso quando viene premuto un pulsante del telecomando viene captato dal fototransistor FT1 e fatto passare attraverso il filtro passa alto formato dalla rete C9-R10, che evita che agisca in presenza di una luce continua. Il segnale così filtrato arriva alla base del transistor Q1.

Un livello alto satura il transitor mentre uno basso lo interdice. Nel collettore apparirà pertanto un segnale quadrato invertito rispetto a quello della base. Quando un impulso arriva alla base, il collettore passa da un livello alto a uno basso (da 1 a 0) che serve da fronte di accensione per il monostabile costruito con il 555, U1. Con il potenziometro POT possiamo regolarne la temporizzazione. L'uscita del monostabile attiva un 555, U2, configurato come astabile.

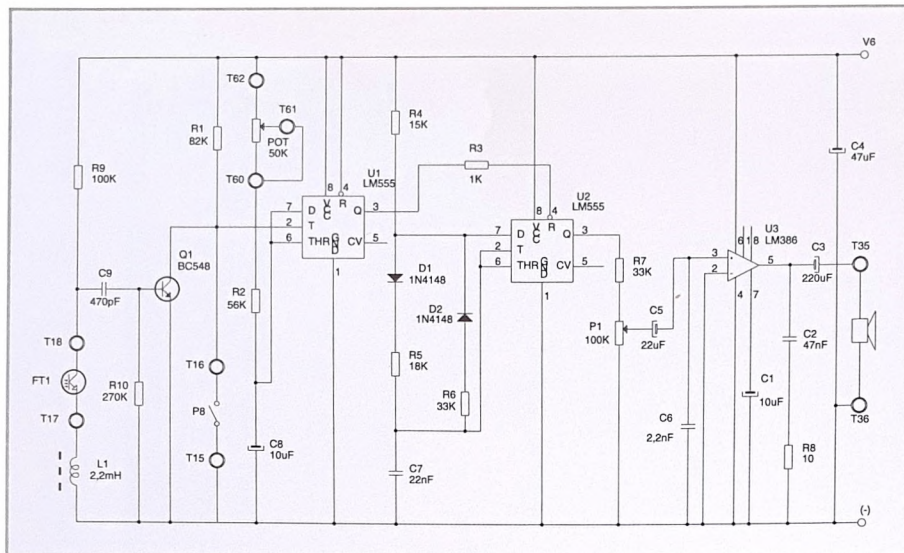
Questo oscillatore ha un segnale di uscita perfettamente quadrato perché mediante i diodi D1 e D2 la resistenza di carica del condensatore (che è R4 + R5 = 33 K) e quella di scarica (R6 = 33 K) sono identiche; la frequenza del segnale sta all'interno della banda audio. Il segnale di uscita viene applicato mediante un potenziometro che controllerà anche il volume di uscita a un amplificatore audio di potenza, realizzato con l'LM386. Per verificare la temporizzazione si usa il pulsante P8.

Funzionamento

Per far sì che il circuito non venga influenzato da altri segnali come i 100 Hz di una lampadina o di un tubo fluorescente, inseriamo un filtro passa alto formato dal condensatore C9 e dalla resistenza R10.

In questo modo il passaggio sarà libero e farà passare il segnale a infrarossi con una frequenza portante di 40 kHz. Il primo impulso del segnale captato azionerà la temporizzazione del ronzio. A questo scopo è stato preparato un monostabile con un tempo re-

Emette un avviso acustico

Anti-zapping

COMPONENTI	
COMPONENTI	
R1	82 K
R2	6 K
R3	1 K
R4	15 K
R5	18 K
R6, R7	33 K
R8	10 Ω
R9	100 K
R10	270 K
P1	100 K
C1, C8	10 mF
C2	47 nF
C3	220 µF
C4	47 µF
C5	22 µF
C6	2,2 nF
C7	22 nF
C9	470 pF
L1	2,2 mH
D1, D2	1N4148
U1, U2	555
U3	LM386
FT1	
POT	
P8	
ALTOPARLANTE	

golabile grazie a un POT da 0,6 secondi a circa 1,2. Sarà il tempo nel quale si attiverà l'astabile che genera il tono che sentiremo nell'altoparlante. Quando il monostabile non è attivo alla sua uscita, terminale 3 di U1, ci sarà un livello basso e pertanto U2 avrà il suo ingresso di RESET a zero e quindi non funzionerà.

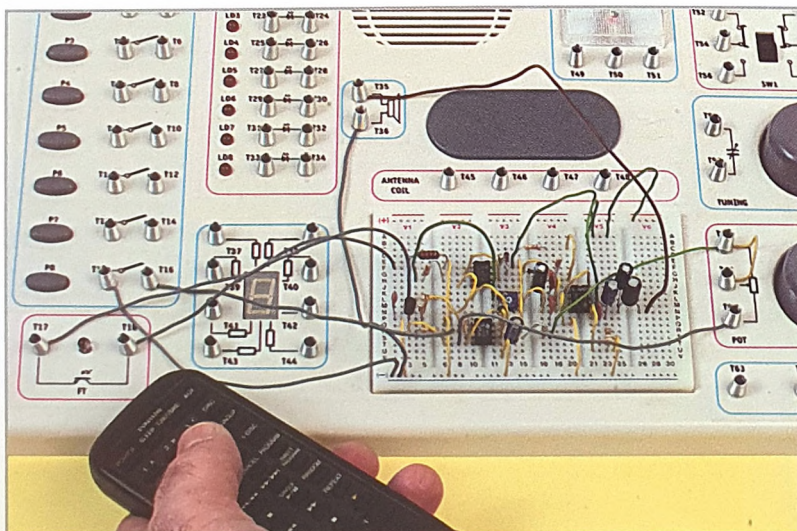
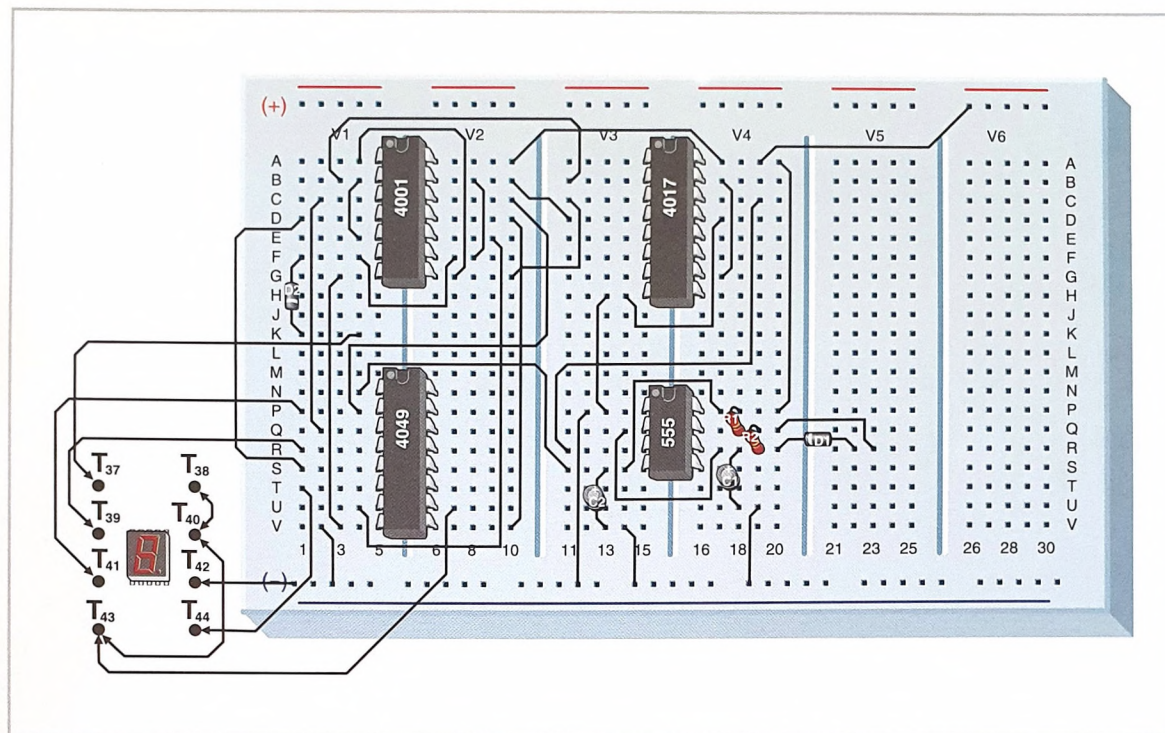
Messa in funzione

È importante rivedere le connessioni di tutto il circuito e prestare particolare attenzione alle connessioni dotate di polarità. Fatto ciò potremo collegare al circuito l'alimentazione. In una prima prova verificheremo il funzionamento del monostabile, dell'astabile e dello stadio amplificatore: basterà premere P8.

Ci servirà anche per regolare con il POT la durata del ronzio. Se il circuito non dovesse funzionare verificheremo la connessione dell'astabile U2, la posizione dei condensatori dell'amplificatore audio di potenza (C5 e C3) e le sue connessioni. Con questi elementi in funzione e dopo aver messo il circuito in una zona abbastanza buia, impugneremo da una distanza di circa 150 centimetri il telecomando con gli infrarossi rivolti verso il fototransitor; premendo ogni tasto sentiremo un ronzio.

I diodi LED si accendono e si spengono sempre partendo da LD1 e finendo con LD8.

Esperimento

Possiamo togliere la resistenza R10 per aumentare la sensibilità. Così il circuito funzionerà solamente quando la luce del soggiorno è spenta: la luce artificiale infatti lo attiverebbe e non potrebbe funzionare bene.

Esempio di utilizzo del display per formare un testo.

In questo esperimento utilizziamo la tecnica di rappresentazione del testo sul display. Useremo un circuito base, con un sequenziatore composto da un oscillatore e da un contatore ad anello, e una rete logica la cui funzione si ottiene a partire dalla tavola della verità dei segmenti del display.

Funzionamento

Il circuito è formato da un oscillatore astabile montato intorno a un 555, un contatore ad anello 4017, una serie di porte logiche e un diodo. Grazie a questi componenti otterremo le funzioni logiche che si collegheranno a ciascuno dei segmenti che formeranno sul display a sette segmenti la parola "bye".

Anche se avremmo potuto usare un qualunque oscillatore, quello che abbiamo costruito intorno al 555 è un po' speciale perché le resistenze che determinano i tempi T1 – tempo di uscita a livello alto – e T2 – tempo di uscita a livello basso – sono indipendenti.

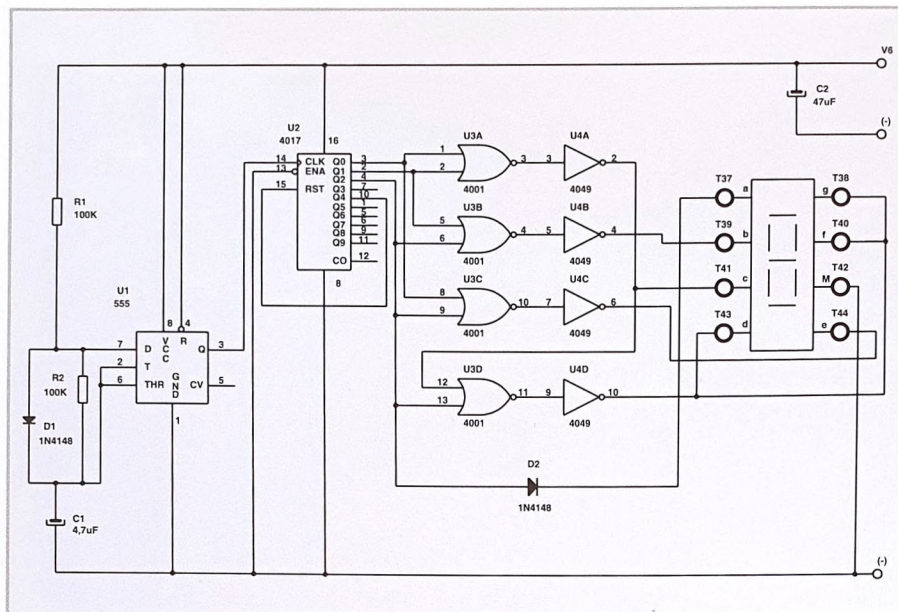
Per il calcolo di T1 consideriamo solamente la resistenza R1 e per quello di T2 solo la resistenza R2. Riusciamo ad avere questo risultato grazie al diodo D1.

Il circuito

Per capire il circuito è utile consultare la tavola in cui vengono indicati con '1' i segmenti che dovranno essere attivati affinché si illumini la lettera corrispondente, e con '0' quelli che dovranno rimanere spenti. L'uscita Q0 del 4017 darà luogo alla lettera 'b', la Q1 alla 'y' e la Q2 alla 'e'. I segmenti 'd', 'f' e 'g' saranno sempre '1' e quindi li collegheremo all'uscita della porta U3D che ha come ingresso l'uscita di U4A, che vale Q0 + Q1, e di Q2.

Avremo come risultato una funzione che sarà Q0 + Q1 + Q2; significa che devono essere attivi nelle tre lettere della parola. I segmenti 'b', 'c' ed 'e' devono attivarsi solamente per due delle tre lettere per cui collegheremo le rispettive uscite del 4017 alle porte OR formate da una NOR + Inverter. Il segmento 'e' per esempio si deve illuminare nelle lettere 'y' ed 'e' per cui collegheremo Q1 + Q2. Il segmento 'a' è l'unico che rimane, e se osserviamo la tavola vediamo che si illumina

Bye, bye!

Testo scorrevole

COMPONENTI	
R1, R2	100 K
C1	4,7 µF
C2	47 µF
D1, D2	1N4148
U1	555
U2	4017
U3	4001
U4	4049
DISPLAY	

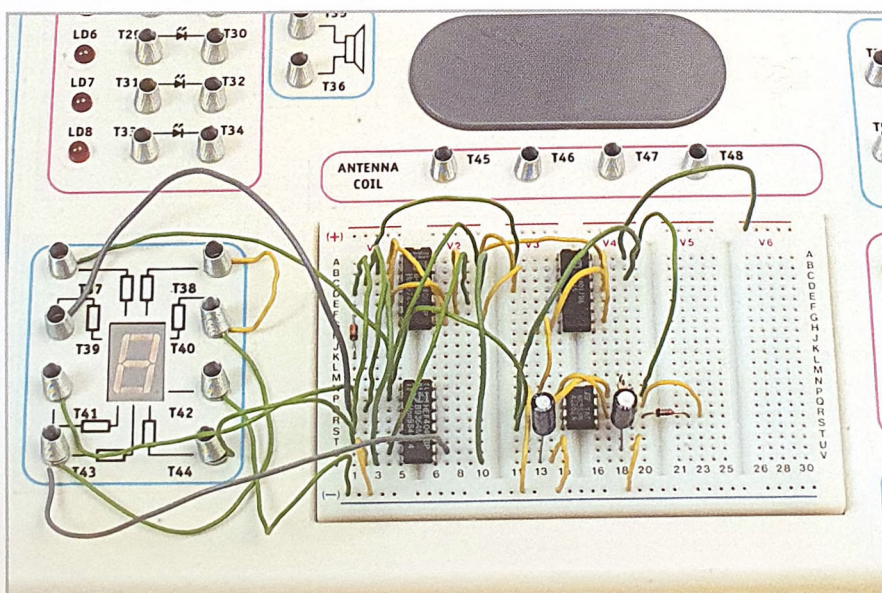
abcdefg
b=0011111
y=0111011
e=1101111

quando si attiva la lettera 'e' che corrisponde a Q2 – mediante un diodo che ha la funzione di protezione –, lo collegheremo alla suddetta uscita.

Messa in funzione

Collegando il circuito all'alimentazione dovrebbe funzionare facendo apparire ordinatamente e in successione le lettere della parola 'bye' seguite da una temporizzazione durante la quale il display rimarrà spento.

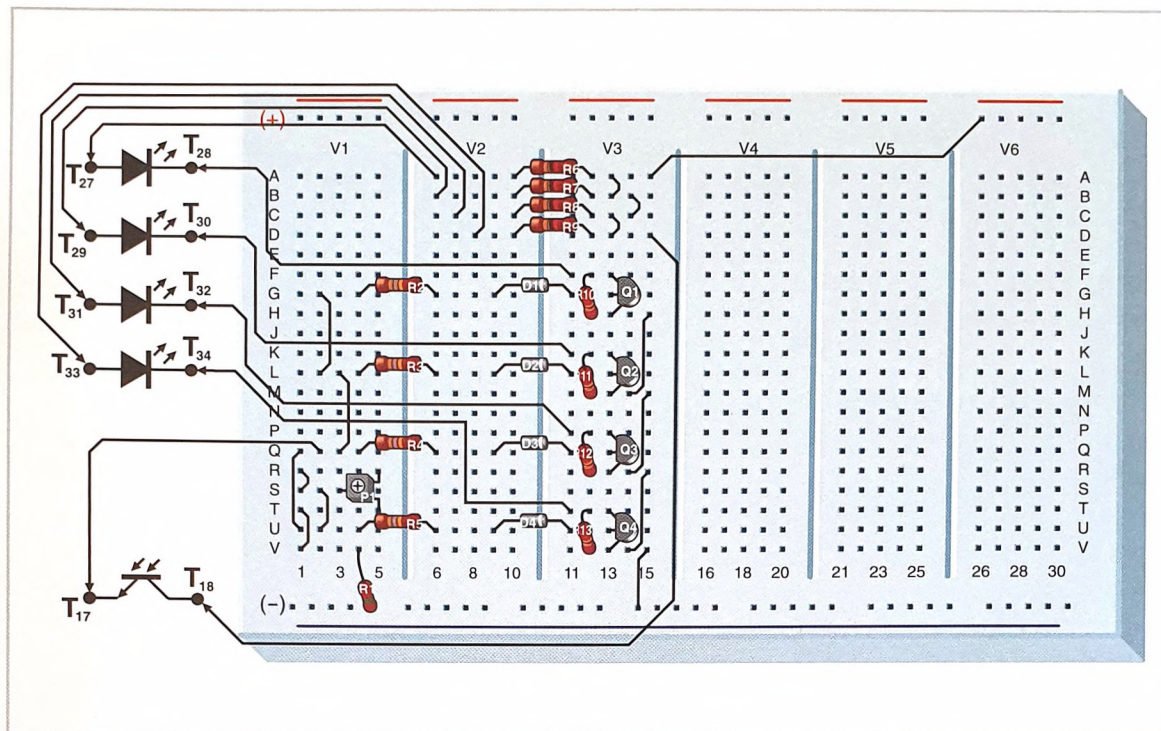
Se le lettere non dovessero apparire, dovremo rivedere tutte le connessioni dopo naturalmente aver tolto alimentazione al circuito.

Dovremo verificare anche la polarità del diodo D1 e quella del condensatore elettrolitico C1.

Circuito per lanciare un "bye, bye" agli amici.

Esperimento

Una buona esercitazione pratica consiste nel togliere il diodo D1. Potremo verificare velocemente l'effetto che produce nel periodo del segnale di uscita dell'astabile. Vedremo che il tempo di accensione del display aumenta perché su di esso influiscono R1 e R2. Le lettere della parola rimarranno accese per un periodo di tempo maggiore. La velocità dipende dal valore di C1.

Adattatore di illuminazione per LED

Per vedere bene un LED acceso quando c'è luce abbiamo bisogno di maggior corrente.

Probabilmente avremo già realizzato questo tipo di controllo in un altro modo più semplice, ma grazie a questo circuito, possiamo vedere che l'immaginazione del progettista non ha limiti quando deve pensare un buon circuito; l'unica cosa è aver ben chiaro in testa ciò che si vuole.

Il fotodiodo rileverà il livello di luce esistente e con più luce i diodi di LED si illumineranno di più per poter essere visti. Quando la luce dell'ambiente ha un livello basso, il LED si vede anche se emette poca luce; possiamo quindi ridurne la corrente e risparmiare energia.

Maggiore il livello di luce, maggiore l'illuminazione

Il circuito

Se c'è abbastanza luce il fototransistor conduce e la caduta di tensione ai suoi capi è molto piccola, per cui quasi tutta la tensione dell'alimentazione è nella resistenza R1.

Ciò fa sì che la corrente circoli verso le basi dei transistor, facendoli condurre e aumentando così la corrente che passa nei LED. Le resistenze da 1 K limitano la corrente, ma permettono ugualmente di illuminare i LED con una buona intensità. Se abbassiamo il livello dell'illuminazione, il fototransistor conduce di meno o non conduce affatto, la caduta di tensione ai suoi capi diventa maggiore e quindi tra gli estremi della resistenza R1 la tensione si riduce.

Ne consegue che i transistor abbassano il loro punto di lavoro, spostandolo verso l'interdizione, conducendo di meno o addirittura smettendo di condurre e i LED si illuminano di meno. Le resistenze da 10 K garantiscono una corrente minima quando l'illuminazione è così bassa che i transistor si interdicono e smettono di condurre.

La corrente pur essendo minima è sufficiente a far vedere al buio il LED illuminato.

Funzionamento

Collegandogli l'alimentazione da 9 Volt, il circuito funzionerà.

Il fototransistor non è stato polarizzato nella zona di massima sensibilità, così è in grado di rispondere a variazioni di luce maggiori. Questo perché vogliamo che la variazione della lu-

Adattatore di illuminazione per LED

COMPONENTI	
R1	47 K
R2, R3, R4, R5	18 K
R10, R11, R12, R13	10 K
P1	500 K
Da D1 a D4	1N4148
Da Q1 a Q4	BC548
Da LD5 a LD8	
FOTOTRANSISTOR	

ce produca una variazione di polarizzazione del transistor, che a sua volta provocherà una variazione di luminosità nel LED.

Se aumenta la luce in R1 aumenta la tensione per cui i transistor si polarizzano di più e i diodi LED – per far sì che sia più agevole vederli, – si illuminano maggiormente.

Per poter osservare meglio l'effetto, facciamo l'esperimento con 4 LED.

Messa in funzione

Se il montaggio non dovesse funzionare correttamente dovremo innanzitutto staccare l'alimentazione. Verificheremo che il fototransistor, come tutti i transistor e i diodi LED, sia stato collegato bene. Se dopo aver collegato l'alimentazione continuasse a non funzionare, proveremo a invertire i terminali del fototransistor, nel caso sia stato montato nel laboratorio al contrario.

Esperimento

Se vogliamo produrre un effetto opposto, e cioè che i LED di giorno si illuminino meno che di notte, dobbiamo invertire il fototransitor FT1 e la resistenza R1. Il potenziometro consente una leggera regolazione per il livello della luce presente nell'ambiente.